

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Leonardo Cruz Morais

**EFEITO DO PROTOCOLO DE POLIMENTO E DO ARMAZENAMENTO EM MEIO
ÚMIDO NA VARIAÇÃO DE COR, MASSA E RUGOSIDADE SUPERFICIAL DE
RESINAS COMPOSTAS**

Belo Horizonte

2024

Leonardo Cruz Morais

EFEITO DO PROTOCOLO DE POLIMENTO E DO ARMAZENAMENTO EM MEIO ÚMIDO NA VARIAÇÃO DE COR, MASSA E RUGOSIDADE SUPERFICIAL DE RESINAS COMPOSTAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração: Clínicas Odontológicas. Linha de Pesquisa: Propriedades físicas, químicas e biológicas dos materiais odontológicos.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes

Belo Horizonte

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

M827e Morais, Leonardo Cruz
 Efeito do protocolo de polimento e do armazenamento em meio úmido na
 variação de cor, massa e rugosidade superficial de resinas compostas /
Leonardo Cruz Morais. Belo Horizonte, 2024.
 48 f. : il.

 Orientador: Alberto Nogueira da Gama Antunes
 Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
 Programa de Pós-Graduação em Odontologia

 1. Resinas compostas. 2. Materiais dentários. 3. Polimento dentário. 4.
 Propriedades de superfície. 5. Polimerização. 6. Cor. 7. Microscopia eletrônica de
 varredura. I. Antunes, Alberto Nogueira da Gama. II. Pontifícia Universidade
 Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III.
 Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 616.314-08

Leonardo Cruz Morais

EFEITO DO PROTOCOLO DE POLIMENTO E DO ARMAZENAMENTO EM MEIO ÚMIDO NA VARIAÇÃO DE COR, MASSA E RUGOSIDADE SUPERFICIAL DE RESINAS COMPOSTAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Clínicas Odontológicas.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Profa. Dra. Laís Sant'Ana Munari – NEWTON PAIVA
- 2- Profa. Dra. Dayse Aparecida Pieroli – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 28 de fevereiro de 2024

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Prof. Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes
Orientador

Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia**

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, e por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da minha vida profissional. Aos meus pais, irmão, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à ao meu crescimento profissional, mas em especial a minha mãe que segurou a barra muitas vezes comigo e não me fez desistir não só do curso. Aos professores, pelas dicas, paciência, ajuda, correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação.

RESUMO

O objetivo do estudo foi de avaliar o efeito do protocolo de polimento na variação de cor (ΔE , CieLab) e massa (mg) além da morfologia de superfície por meio de microscopia eletrônica de varredura. Foram usadas as resinas Vittra APS (FGM, Brasil) e Palfique (Tokuyama, Japão) na cor A2 de esmalte. Foram desenvolvidos 6 grupos (n=5): controle/água e controle/café; grupo 1 (1 polimento), grupo 2 (2 polimentos), grupo 3 (3 polimentos) e grupo 4 (4 polimentos). Os corpos de provas foram armazenados em água destilada, trocada semanalmente. Todos os grupos, exceto controle/água, foram imersos 2 vezes por semana por 5 minutos em café. Após análise de variância 1 fator e post hoc de Tukey ($p > 0,05$) foi verificado que a imersão em café sem polimento determinou as maiores variações de cor nas duas marcas de resina. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os protocolos de polimento. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos na variação de massa. A microscopia eletrônica de varredura mostrou uma superfície mais rugosa com o protocolo de polimento do grupo 4.

Palavras-chave: Resinas compostas. Fotopolimerização. Polimento dentário. Cor.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of the polishing protocol on color variation (ΔE , CieLab) and mass (mg), as well as surface morphology through scanning electron microscopy. The resins Vittra APS (FGM, Brazil) and Palfique (Tokuyama, Japan) in A2 enamel color were used. Six groups were developed (n=5): control/water and control/coffee; group 1 (1 polishing), group 2 (2 polishings), group 3 (3 polishings), and group 4 (4 polishings). The specimens were stored in distilled water, changed weekly. All groups, except control/water, were immersed twice a week for 5 minutes in coffee. After one-way ANOVA and Tukey's post hoc analysis ($p>0.05$), it was found that immersion in coffee without polishing determined the greatest color variations in both resin brands. There were no statistically significant differences between the polishing protocols. There were no statistically significant differences between the groups in mass variation. Scanning electron microscopy showed a rougher surface with the polishing protocol of group 4.

Keywords: Dental composites. Polymerization. Roughness. Color.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espaço tridimensional da cor pelo Sistema CIELAB.....	23
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Composição das resinas compostas a serem usadas no estudo.....	21
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	19
2.1	Objetivo geral	19
2.2	Objetivos específicos	19
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1	Formação dos grupos experimentais	21
3.2	Medições da massa e da cor	22
4	ARTIGO CIENTÍFICO.....	25
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
	REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

A resina composta é um material restaurador de grande relevância na Odontologia, sendo composta por uma matriz orgânica, partículas de carga, silano e outros componentes, como iniciadores, estabilizadores e pigmentos (Ghavami-Lahiji *et al.*, 2018). Devido a suas propriedades físico-mecânicas aprimoradas e à demanda crescente por estética, ela é frequentemente utilizada tanto em restaurações dentárias anteriores quanto posteriores (Souza *et al.*, 2010). A evolução na composição das resinas compostas, especialmente no que diz respeito à redução do tamanho das partículas para facilitar o polimento e aumentar a resistência ao desgaste, foi destacada por Ferracane (2011). Isso expandiu seu uso para cavidades de dentes posteriores, além das anteriores (Peumans *et al.*, 1997), e incluiu o desenvolvimento de resinas nanoparticuladas, que possuem propriedades em nível atômico e molecular (Zhang *et al.*, 2005).

O avanço dos aparelhos fotopolimerizadores na década de 70, ainda empregados no processo de ativação e polimerização por luz, representou um progresso significativo nos atendimentos clínicos (Rueggeberg, 2011; Wan *et al.*, 2008). Estas resinas contêm elementos fotossensíveis como a canforoquinona, que são ativados pela luz para iniciar a polimerização da matriz (Santos *et al.*, 2000). As resinas compostas modernas variam em métodos de polimerização, tamanhos de partículas de carga e viscosidades (Lutz; Phillips, 1983).

No contexto dos tratamentos estéticos, a correspondência de cores entre o dente e a restauração é uma preocupação central dos pacientes (Mori; Cardozo, 2004). A alteração de cor ao longo do tempo é um fator significativo para falhas em restaurações (Martos *et al.*, 2003; Toledano *et al.*, 2003), sendo afetada por elementos tanto intrínsecos quanto extrínsecos (Celik *et al.*, 2009; Samra *et al.*, 2008).

A determinação de cores na Odontologia ainda se baseia no sistema de Munsell, considerando matiz, croma e valor (Vanini, 2011). A escolha da cor é geralmente feita de forma visual, mas a mensuração instrumental, como o uso de espectrofotômetros, pode ser benéfica (Lee *et al.*, 2002). O sistema CIELAB, amplamente empregado em pesquisas ópticas, é usado para isso (Kucukesmen *et al.*, 2008; Wasilewski *et al.*, 2010), com parâmetros como L* (luminosidade), a* e b* (coordenadas de cromaticidade). É essencial estabelecer valores de referência para avaliar as alterações de cor (Alves *et al.*, 2014; Vichi *et al.*, 2011). Pesquisas indicam

que diferenças de cor (ΔE) inferiores a 1,2 não são perceptíveis a olho nu, variações entre 1,2 e 2,7 são perceptíveis, mas clinicamente aceitáveis, e acima de 2,7 são perceptíveis e clinicamente inaceitáveis (Briso *et al.*, 2010; Johnston; Kao, 1989; Paravina *et al.*, 2015).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar variação de cor (ΔE), de massa (mg) e da morfologia de superfície de duas marcas de resinas compostas na cor A2E após armazenamento artificial em água destilada e café.

2.2 Objetivos específicos

- a) avaliar a variação de cor (ΔE) da resina composta Vittra APS submetida a diferentes protocolos de polimento e após armazenamento em água destilada;
- b) avaliar a variação de cor (ΔE) da resina composta Palfique submetida a diferentes protocolos de polimento e após armazenamento em água destilada;
- c) avaliar a variação de massa em mg da resina composta Vittra APS submetida a diferentes protocolos de polimento e após armazenamento em água destilada;
- d) avaliar a variação de massa em mg da resina composta Palfique submetida a diferentes protocolos de polimento e após armazenamento em água destilada;
- e) avaliar a morfologia de superfície das resinas compostas Vittra APS e Palfique por meio do microscópio eletrônico de varredura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Duas marcas de resinas compostas na cor A2 de esmalte foram usadas no estudo. São elas: Vittra APS (FGM, Brasil) e Palfique LX5 (TOKUYAMA DENTAL, JAPÃO). Sua composição é mostrada no quadro 1.

Quadro 1: Composição das resinas compostas a serem usadas no estudo

MATERIAL	COR	CONTEÚDO INORGÂNICO	CONTEÚDO ORGÂNICO	FABRICANTE
Vittra APS	A2E	Partículas de silicato de Zircônia esferoidal.	TEGDMA, UDMA	FGM, Brasil.
Palfique LX5	A2E	Partículas em sílica-zircônia.	Bis-GMA, TEGDMA	TOKUYAMA DENTAL, Japão.

Fonte: Elaborado pelo o autor

A escolha das resinas considerou o fato de possuírem o mesmo padrão de cor presentes na escala de cores VITA, e apresentarem cores de esmalte específicas, mais translúcidas no matiz/croma A2. A construção dos discos de resina foi feita com moldes de borracha com 1,5 mm de espessura e 8 mm de diâmetro interno e 2 tiras de poliéster para serem posicionadas no topo do molde e na base do molde. A intenção de se usar estas medidas foi de simular um incremento espesso de esmalte. A primeira tira foi posicionada na base do molde de borracha, cobrindo todo o fundo. Em seguida, cada uma das resinas do quadro 1 foi inserido em um único incremento no interior do molde. Por cima foi aplicada a segunda tira de poliéster. Após a inserção do incremento – auxiliado com espátula - o fotopolimerizador VALO® (ULTRADENT-EUA) com 1.000 mW/cm² de intensidade luminosa foi usado para polimerizar o incremento de resina por 20 segundos ininterruptos. A ponta do aparelho foi posicionada sobre a superfície do molde de borracha coberto pela tira de poliéster, mas com cuidado de não toca-la, evitando a produção de defeitos na face da resina.

3.1 Formação dos grupos experimentais

Após a polimerização todos os discos de resina compostas das duas marcas foram armazenados em água destilada a 37°C, por 24 horas. Após este período inicial, os corpos de prova foram divididos em 6 grupos (n=5), sendo um grupo

controle que não sofrerá tratamento (grupo controle/água), mantidos com solução de água destilada (2 ml), trocada semanalmente, até o término do trabalho.

O segundo grupo, grupo controle/café, foi submetido a dois banhos de café (Café Solúvel Três Corações, Brasil, 2 ml na concentração de 2 gramas por 100 ml de água a 96°C) semanais, mais água destilada - também trocada semanalmente até o final do estudo.

O terceiro grupo, nomeado como grupo 1, foi submetido ao mesmo banho de café citado acima e trocas semanais de água destilada. Neste grupo, cada disco de resina foi submetido a etapa de polimento (ciclo de polimento) no final do estudo, após 30 dias.

O quarto grupo, chamado de grupo 2, será submetido ao mesmo tratamento do grupo 1 com a diferença de que foram dois polimentos: um no final e outro a 1 semana do final do estudo.

O quinto grupo, chamado de grupo 4, foi submetido ao mesmo tratamento citado acima, mas com 3 polimentos: um no final, outro a 1 semana do término e o terceiro a duas semanas do final do estudo, totalizando, portanto, 3 polimentos.

O sexto grupo, chamado de grupo 5, com 4 polimentos, um a cada semana.

Os banhos com café (2 em cada semana) foram feitos usando o eppendorf onde o corpo de prova estava armazenado. A água destilada foi removida e o café foi inserido com pipeta. Cada disco permaneceu em contato por 5 minutos até ser removido e lavado em água corrente. A partir daí, a água destilada foi repostada.

O polimento de cada disco de resina em cada condição experimental foi feito com borrachas abrasivas da American Burrs (Kit Ultra-Gloss - American Burrs, EUA) em 4.000 rotações por minuto e constante irrigação com água. Uma carga de 100 gramas (por 10 segundos cada) foi feito em cada etapa do polimento (3 borrachas - grossa, média e fina, usadas nessa ordem, e para finalizar, escova de carvão de silício seguido de escova de pelo de cabra).

3.2 Medições da massa e da cor

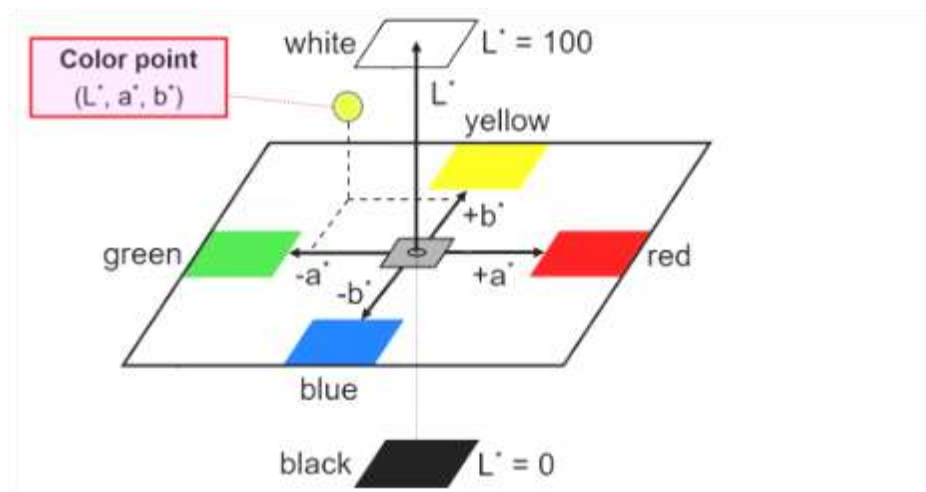
Logo após as 24 horas da construção do corpo de prova, cada disco de resina composta foi pesado para registrar sua massa inicial. Para isso, o disco foi limpo com jato de ar e com auxílio de uma pinça clínica foi colocado no interior da balança de

precisão (4 casas decimais) para registro inicial de sua massa. Após o término do armazenamento em água destilada, cada disco foi novamente pesado para registro da massa final e cálculo (1) da variação da massa:

(1) Massa final em mg – Massa inicial = Variação da massa dos discos de resinas

Paralelamente, o registro dos parâmetros de cor foi feito em cada disco. A análise de cor (ΔE) foi realizada pelo colorímetro manual Vinckolor Pro (Vinckolor, China) com abertura de 4 mm. Logo, cada disco foi posicionado em um fundo branco opaco para medição dos comprimentos de ondas que refletiram a partir do material resinoso após incidência da luz de leitura. Foi aplicado o sistema CIELAB (*Comission International l'Eclairage*) para registro inicial dos parâmetros L^* , a^* e b^* . O parâmetro L^* é referente a coordenada de luminosidade, que vai do branco (100) ao preto (0) e as variáveis de cromaticidade a^* e b^* são as coordenadas relativas à cor nos eixos vermelho-verde e amarelo-azul, respectivamente.

Figura 1: Espaço tridimensional da cor pelo Sistema CIELAB



Fonte: Ly et al. (2020)

Uma segunda mensuração destes mesmos parâmetros foi feita após a conclusão do armazenamento em água/polimento.

Para o cálculo da diferença de cor (ΔE^*) foi utilizada a equação preconizada pelo sistema CIE Lab (2):

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

Onde: $\Delta L^* = L^*_{cp} - L^*_e$

$\Delta a^* = a^*_{final} - a^*_{inicial}$

$\Delta b^* = b^*_{final} - b^*_{inicial}$

Avaliação em MEV

Adicionalmente, três discos extras de cada resina foram produzidos para serem visualizados com microscopia eletrônica de varredura. Para cada marca de resina foi feito um (1) disco liso, sem polimento; (2) disco que foi polido uma única vez (similar ao grupo 1); (3) disco polido 4 vezes (similar ao grupo 4). Depois das mesmas etapas de armazenamento em água destilada, o disco de resina de cada material foi limpo em água destilada por 30 segundos e em seguida seco com papel absorvente. Após secagem, os discos foram colocados em um recipiente fechado contendo sílica gel onde permaneceram por 24 horas para total dessecação. Após secagem, os discos foram presos ao dispositivo porta amostra de alumínio e ser levado ao MEV (microscópio eletrônico de varredura, JEOL, modelo IT300, Japão), com 20 Kv de potência e WD (*work distance*, distância de trabalho) de 10 mm. Foram feitas imagens com aumentos de 100 vezes para caracterização morfológica da superfície de cada material em cada condição experimental citada acima.

4 ARTIGO CIENTÍFICO

Efeito do protocolo de polimento e do armazenamento em meio úmido na variação de cor, massa e rugosidade superficial de resinas compostas

O artigo será submetido ao periódico **Materials (Qualis A2)**.

As normas para submissão do artigo encontram-se no link abaixo:

<https://www.mdpi.com/journal/materials>

Efeito do protocolo de polimento e do armazenamento em meio úmido na variação de cor, massa e rugosidade superficial de resinas compostas

Leonardo Morais¹, Matheus Gontijo², Gabriela Pires ², Victor Moraes¹, Alberto Antunes³.

¹ Mestrando em Odontologia, Área de Concentração em Clínicas Odontológicas, Programa de Pós-graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

² Graduando, Departamento de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

³ Professor Adjunto, Departamento de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Endereço para correspondência:

Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes, Programa de Pós-graduação em Odontologia
- PUC Minas, Av. Dom José Gaspar, 500, Prédio 46 / Sala 101 – Coração Eucarístico
CEP: 30535-901 - Belo Horizonte / MG, Brasil, Telefone: +55 31 9587-5312
E-mail: antunes1978@gmail.com

Resumo

O objetivo do estudo foi de avaliar o efeito do protocolo de polimento na variação de cor (ΔE , CieLab) e massa (mg) além da morfologia de superfície por meio de microscopia eletrônica de varredura. Foram usadas as resinas Vittra APS (FGM, Brasil) e Palfique (Tokuyama, Japão) na cor A2 de esmalte. Foram desenvolvidos 6 grupos (n=5): controle/água e controle/café; grupo 1 (1polimento), grupo 2 (2 polimentos), grupo 3 (3 polimentos) e grupo 4 (4 polimentos). Os corpos de provas foram armazenados em água destilada, trocada semanalmente. Todos os grupos, exceto controle/água, foram imersos 2 vezes por semana por 5 minutos em café. Após análise de variância 1 fator e post hoc de Tukey ($p>0,05$) foi verificado que a imersão em café sem polimento determinou as maiores variações de cor nas duas marcas de resina. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os protocolos de polimento. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos na variação de massa. A microscopia eletrônica de varredura mostrou uma superfície mais rugosa com o protocolo de polimento do grupo 4.

Palavras-chave: resinas compostas; fotopolimerização; rugosidade; cor.

1. Introdução

As restaurações em resina composta consideradas clinicamente bem-sucedidas devem apresentar resistência a fratura e ao desgaste, ausência de sobrecontorno e ter boa lisura e brilho [1]. Porém, mesmo com a melhora dos materiais, as resinas ainda continuam apresentando degradação de seus componentes químicos [2]. Uma das possíveis consequências disso é a pigmentação dos compósitos [3].

A pigmentação pode ocorrer por mecanismos intrínsecos ou extrínsecos, sendo esse segundo, ocasionado por agentes pigmentantes, presentes na alimentação, como por exemplo, dietas a base de bebidas ou alimentos ácidos, ou até mesmo em hábitos nocivos, como o fumo [1,3]. E com isso, a longevidade das restaurações de resina composta é diretamente influenciada pelos mecanismos citados acima, mas principalmente em razão dos mecanismos extrínsecos. Dessa maneira, sabe-se que o consumo de alimentos e bebidas ácidas ocasiona a redução do pH bucal, e podem acontecer alterações nas características mecânicas e físicas do material restaurador e até mesmo do elemento dentário [2,4].

A qualidade da superfície é importante para a longevidade da cor em uma restauração, seja em resina composta ou qualquer outro material sintético. A rugosidade de superfície dos compósitos afeta a retenção e acúmulo de placas bacterianas, a abrasividade e a cinética de desgaste, a percepção tátil, a resistência à coloração e o brilho natural da restauração, considerando que, pelo desgaste e degradação química, ocorre uma diminuição do brilho das restaurações [5].

A estrutura da matriz orgânica, bem como as características das partículas de carga, exerce um impacto direto na lisura de superfície da resina composta e na susceptibilidade ao manchamento. Matrizes resinosas hidrófilas tendem a absorver

mais água e são mais facilmente manchadas em relação às matrizes resinosas mais hidrófobas [6]. Enquanto isso, partículas de carga maiores tendem a produzir superfícies mais rugosas e mais difíceis de serem polidas, comprometendo a lisura superficial. Um grau de conversão inadequado, da mesma forma, favorece a absorção de corantes provenientes da alimentação [7].

Resinas compostas contemporâneas, baseados na tecnologia de nanopartículas (estruturas funcionais na faixa de 1 a 100 nanômetros) foram desenvolvidas com o objetivo de combinar as vantagens dos materiais de restauração híbridos e micro híbridos. Apresentam propriedades estéticas requeridas para restaurações anteriores, juntamente com um número de propriedades mecânicas necessárias para restaurações posteriores. Os nanocompósitos têm vantagens, como menor contração da polimerização, propriedades mecânicas melhoradas, comportamento óptico favorecido, melhor brilho, melhor estabilidade da cor e menor desgaste [7]. Alguns compósitos de marcas contemporâneas, apresentam em sua maioria partículas de zircônia e sílica, com tamanho aproximado entre 5 e 20 nanômetros, e nanopartículas pré-polimerizadas variando de 0,6 a 1,4 micrômetro.

O uso de resinas composta aumento consideravelmente diante das melhorias conduzidas pela indústria e pesquisa ao longo dos anos. Ainda assim, o material é passível de envelhecimento em ambiente bucal diante de fatores oclusais, trocas de temperatura, colonização bacteriana, variações de pH. Uma das consequências da degradação do material quando em função clínica é a perda de sua estética. Até onde essa alteração significa degradação ou simples manchamento passível de ser removido com facilidade por polimento, é motivo de dúvida dos profissionais. Sendo assim, a proposta deste estudo foi de avaliar diferentes protocolos de polimento em duas marcas comerciais de resina composta, avaliando a sua alteração de cor (ΔE)

frente a imersão em café, perda de massa (mg) e avaliação morfológica de superfície utilizando microscopia eletrônica de varredura.

2. Material e Métodos

Duas marcas de resinas compostas na cor A2 de esmalte foram usadas no estudo. São elas: Vittra APS (FGM, Brasil) e Palfique LX5 (TOKUYAMA DENTAL, JAPÃO). Sua composição é mostrada no quadro 1.

A escolha das resinas considerou o fato de possuírem o mesmo padrão de cor presentes na escala de cores VITA, e apresentarem cores de esmalte específicas, mais translúcidas no matiz/croma A2. A construção dos discos de resina foi feita com moldes de borracha com 1,5 mm de espessura e 8 mm de diâmetro interno e 2 tiras de poliéster para serem posicionadas no topo do molde e na base do molde. A intenção de se usar estas medidas foi de simular um incremento espesso de esmalte. A primeira tira foi posicionada na base do molde de borracha, cobrindo todo o fundo. Em seguida, cada uma das resinas do quadro 1 foi inserido em um único incremento no interior do molde. Por cima foi aplicada a segunda tira de poliéster. Após a inserção do incremento – auxiliado com espátula - o fotopolimerizador VALO® (ULTRADENT-EUA) com 1.000 mW/cm² de intensidade luminosa foi usado para polimerizar o incremento de resina por 20 segundos ininterruptos. A ponta do aparelho foi posicionada sobre a superfície do molde de borracha coberto pela tira de poliéster, mas com cuidado de não a tocar.

2.1 Formação dos grupos experimentais

Após a polimerização todos os discos de resina compostas das duas marcas foram armazenados em água destilada a 37°C, por 24 horas. Após este período inicial,

os corpos de prova foram divididos em 6 grupos (n=5), sendo um grupo controle que não sofrerá tratamento (grupo controle/água), mantidos com solução de água destilada (2 ml), trocada semanalmente, até o término do trabalho. O segundo grupo, grupo controle/café, foi submetido a dois banhos de café (Café Solúvel Três Corações, Brasil, 2 ml na concentração de 2 gramas por 100 ml de água a 96°C) semanais, mais água destilada - também trocada semanalmente até o final do estudo. O terceiro grupo, nomeado como grupo 1, foi submetido ao mesmo banho de café citado acima e trocas semanais de água destilada. Neste grupo, cada disco de resina foi submetido a etapa de polimento (ciclo de polimento) no final do estudo, após 30 dias. O quarto grupo, chamado de grupo 2, será submetido ao mesmo tratamento do grupo 1 com a diferença de que foram dois polimentos: um no final e outro a 1 semana do final do estudo. O quinto grupo, chamado de grupo 4, foi submetido ao mesmo tratamento citado acima, mas com 3 polimentos: um no final, outro a 1 semana do término e o terceiro a duas semanas do final do estudo, totalizando, portanto, 3 polimentos. O sexto grupo, chamado de grupo 5, com 4 polimentos, um a cada semana.

Os banhos com café (2 em cada semana) foram feitos usando o eppendorf onde o corpo de prova estava armazenado. A água destilada foi removida e o café foi inserido com pipeta. Cada disco permaneceu em contato por 5 minutos até ser removido e lavado em água corrente. A partir daí, a água destilada foi repostada.

O polimento de cada disco de resina em cada condição experimental será feito com borrachas abrasivas da American Burrs (Kit Ultra-Gloss - American Burrs, EUA) em 4.000 rotações por minuto e constante irrigação com água. Uma carga de 20 a 30 gramas (por 10 segundos cada) será feita em cada etapa do polimento (3 borrachas - grossa, média e fina, a serem usadas nessa ordem, e para finalizar, escova de carbeto de silício seguido de escova de pelo de cabra).

2.2 Medições da massa e da cor

Logo após as 24 horas da construção do corpo de prova, cada disco de resina composta foi pesado para registrar sua massa inicial. Para isso, o disco foi limpo com jato de ar e com auxílio de uma pinça clínica foi colocado no interior da balança de precisão (4 casas decimais) para registro inicial de sua massa. Após o término do armazenamento em água destilada, cada disco foi novamente pesado para registro da massa final e cálculo da variação da massa:

(1) Massa final em mg – Massa inicial= Variação da massa dos discos de resinas

Paralelamente, o registro dos parâmetros de cor foi feito em cada disco. A análise de cor (ΔE) foi realizada pelo colorímetro manual Vinckolor Pro (Vinckolor, China) com abertura de 4 mm. Logo, cada disco foi posicionado em um fundo branco opaco para medição dos comprimentos de ondas que refletiram a partir do material resinoso após incidência da luz de leitura. Foi aplicado o sistema CIELAB (*Comission International l'Eclairage*) para registro inicial dos parâmetros L^* , a^* e b^* . O parâmetro L^* é referente a coordenada de luminosidade, que vai do branco (100) ao preto (0) e as variáveis de cromaticidade a^* e b^* são as coordenadas relativas à cor nos eixos vermelho-verde e amarelo-azul, respectivamente. Uma segunda mensuração destes mesmos parâmetros foi feita após a conclusão do armazenamento em água/polimento. Para o cálculo da diferença de cor (ΔE^*) foi utilizada a equação preconizada pelo sistema CIE Lab:

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

Onde: $\Delta L^* = L^*_{cp} - L^*_{e}$

$\Delta a^* = a^*_{final} - a^*_{inicial}$

$\Delta b^* = b^*_{final} - b^*_{inicial}$

2.3 Avaliação em MEV

Adicionalmente, três discos extras de cada resina foram produzidos para serem visualizados com microscopia eletrônica de varredura. Para cada marca de resina foi feito um (1) disco liso, sem polimento; (2) disco que foi polido uma única vez (similar ao grupo 1); (3) disco polido 4 vezes (similar ao grupo 4). Depois das mesmas etapas de armazenamento em água destilada, o disco de resina de cada material foi limpo em água destilada por 30 segundo e em seguida seco com papel absorvente. Após secagem, os discos foram colocados em um recipiente fechado contendo sílica gel onde permaneceram por 24 horas para total dessecação. Após secagem, os discos foram presos ao dispositivo porta amostra de alumínio e ser levado ao MEV (microscópio eletrônico de varredura, JEOL, modelo IT300, Japão), com 20 Kv de potência e WD (*work distance*, distância de trabalho) de 10 mm. Foram feitas imagens com aumentos de 100 vezes para caracterização morfológica da superfície de cada material em cada condição experimental citada acima.

3. Resultados

A tabela 1 mostra os resultados do ΔE das resinas compostas Palfique e Vittra. Para a resina Palfique A condição controle café ($\Delta E = 3,92$) mostrou a maior variação de cor, sendo diferente estatisticamente das demais condições. Não há diferença dos valores de ΔE entre os protocolos de polimento e estes também não apresentam diferenças em relação à condição controle. No caso da resina Vittra, a condição controle água ($\Delta E = 1,01$) e controle café ($\Delta E = 3,33$) apresentam resultados de ΔE iguais de acordo com a análise estatística. Também não há diferenças entre os protocolos de polimento, assim como ocorreu para a resina Palfique.

A tabela 2 mostra a variação da massa das resinas compostas Palfique e Vittra. A análise estatística usada foi o Kruskal Wallis diante da falta de normalidade dos resultados. Foi detectada que a variação da massa foi igual para todos grupos em ambas resinas compostas.

3.1 Avaliação morfológica

Para ambas as resinas compostas, a imagem A mostra características comuns: ausência de defeitos, e riscos moderados distribuídos por toda a figura. Quando há o primeiro polimento (letra B das Figuras 1 e 2), a maioria dos riscos somem. A lisura superficial aparenta ser superior a amostra inicial. No entanto, depois de 4 polimentos a resina composta aparenta maior rugosidade (Figuras 1 e 2, letra C de ambas) sendo possível a observação de pequenos defeitos.

4. Discussão

A aparência final de uma restauração é crítica e determinante para o seu sucesso, pois indica que o procedimento clínico foi bem executado, a seleção de cor do material foi acertada e, não menos importante, que a textura final está morfolologicamente de acordo com o que o paciente apresenta [8]. A literatura afirma que as resinas compostas contemporâneas à base de nanopartículas mostram desempenho superior em termos de polimento, retenção de polimento e lisura superficial em comparação com as micro-híbridas [2]. Foi observado que o manchamento com café, sem a intervenção do polimento, não provoca alteração de cor do material resinoso. Outros estudos observaram o mesmo para o café [1,4, 9-11]. De fato, os procedimentos de acabamento e polimento são etapas cruciais que

melhoram a estética e a durabilidade das restaurações diretas, prevenindo a retenção de placa e manchas [3].

O mecanismo de manchamento por imersão em café ocorre pela deposição de compostos orgânicos de cor discrepante do tecido dental e da superfície das resinas compostas. A exposição ao café resulta da absorção de água da matriz polimérica pelos componentes do café, levando à hidrólise do conteúdo orgânico, o que pode afetar negativamente a ligação entre a matriz de resina e as partículas inorgânicas. Imersões em solução de café por uma semana equivalem a cerca de sete meses de uso clínico, destacando o impacto significativo dessa exposição na estabilidade da cor dos materiais restauradores [12,13]. Esse tipo de manchamento inicial pode ser considerado transitório, e o próprio paciente pode resolvê-lo com higiene dental adequada.

Porém, à medida que o material restaurador envelhece, sua degradação superficial aumenta. Isso se traduz em uma superfície mais rugosa, com maior capacidade de reter resíduos orgânicos nas reentrâncias. A escovação, por sua vez, não resolve a causa do manchamento, e a alteração de cor se torna mais perceptível. Em situações assim, são necessários sistemas de polimento que incorporem pontas ou discos um pouco mais abrasivos para resolver esse tipo de problema clínico [11]. O problema reside no fato de que o próprio sistema de polimento pode também atuar como adjuvante no processo de manchamento. Nas imagens de microscopia eletrônica de varredura do presente estudo (Figuras 1 e 2), nota-se que após polimentos repetidos, o número de riscos e defeitos de superfície aumentou em relação a apenas um ciclo de polimento. Essa observação é contraditória quando a análise de perda de massa foi realizada, pois não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre as condições experimentais para as duas marcas

comerciais de resinas compostas. Logo, é provável que este efeito observado nas imagens seja um fenômeno apenas superficial, ainda sem influência na maior parte da estrutura do material resinoso.

A textura superficial das restaurações feitas com resina composta é essencial para o conforto do paciente e influencia na acumulação de biofilme, tanto cariogênico quanto periodontogênico [8]. Esses valores estão alinhados com os considerados seguros para reduzir a adesão de microrganismos. Park et al. [5] observaram que valores inferiores a $0,15 \mu\text{m}$ são suficientemente suaves para dificultar a adesão e proliferação de biofilme. Eles também destacam que o polimento periódico das superfícies das resinas compostas é uma prática eficiente para manter e conservar as restaurações, contribuindo para a sua longevidade.

Muitas variáveis, incluindo o tamanho das partículas de carga, formato, seu percentual em peso, e a composição da parte orgânica resinosa afetam a qualidade da superfície do compósito de resina. A estabilidade da cor dos materiais resinosos é influenciada pela hidrofília da matriz orgânica e pelo nível de absorção de água, com resinas compostas sendo mais sensíveis à descoloração do que os materiais cerâmicos devido à sua maior afinidade por soluções manchadoras [6,14,15]. É por essa razão que é difícil explicar completamente diferenças entre marcas comerciais, pois cada material possui uma formulação química única, que dificilmente é repetida por outro fabricante devido à presença de patentes, processos industriais próprios de cada empresa e proposta teórica de cada material (a ideia que impulsionou o fabricante a desenvolver um produto).

Quando partículas menores são adicionadas aos materiais compósitos de resina, o sucesso do polimento é comprovadamente melhorado [16]. No presente estudo, a comparação entre resinas não foi feita, pois são materiais que possuem

formulações químicas diferentes. Mesmo assim, algumas especulações podem ser feitas. Na avaliação da alteração de cor, ambas mostraram comportamento similar, sendo afetadas pelo manchamento de café e os diferentes protocolos de polimento impediram a alteração de cor. Da mesma maneira, a variação de peso foi a mesma, pois ambas as resinas não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre as condições experimentais. É possível que tempos maiores de armazenamento causem efeitos completamente diferentes dos observados neste estudo.

Uma avaliação da cor usando espectrofotometria seria mais apropriada para a avaliação de armazenamento em um tempo tão curto. Colorímetros trabalham apenas com a mensuração da cor com três filtros: verde, vermelho e azul (de acordo com as informações do fabricante). É algo similar ao modo como a cor é percebida pelos olhos humanos (por meio dos três tipos de cones). A luz emitida reflete no objeto e é analisada pelo receptor depois de passar pelos filtros verde, vermelho e azul. Toda análise de cor é sujeita à iluminação ao redor, o que também ocorre com o olho humano. Ao usar uma quantidade maior de filtros (cores diferentes), um espectrofotômetro diminui a chance de ocorrência de metamerismo, oferecendo uma medida de cor mais precisa.

Ao longo da pesquisa, muitas trocas de água destilada (usada como solução armazenadora) foram feitas, assim como muitas imersões em café. Ainda que o tempo do estudo seja considerado curto, os materiais restauradores mostram uma degradação superficial progressiva com o envelhecimento artificial nas condições controladas. Fica implícita a dúvida de se tempos mais longos de armazenamento possam afetar ainda mais os resultados, gerando maiores valores de perda de massa ou de alteração de cor. Por outro lado, poderá ser detectado que determinado protocolo de polimento equilibre perfeitamente (melhor que outros) a perda de massa

com a manutenção de polimento. Sem dúvida, o tempo de execução pode ser considerado como o principal fator limitante do estudo. Estudos futuros devem abordar tempos de envelhecimento artificial mais longos.

5. Conclusão

Dentro das limitações do estudo foi possível concluir que todos os protocolos de polimento resultaram em adequada manutenção da cor das duas resinas compostas: Vittra e Palfique. Da mesma forma, a perda de massa também foi similar para todos os protocolos de polimento em ambos os materiais resinosos. A morfologia de superfície mostrou que 4 polimentos geram uma superfície com muitos riscos e porosidades. Isso aconteceu para ambas as resinas compostas.

Referências

1. Aguiar, F.H.; Georgetto, M.H.; Soares, G.P.; Catelan, A.; Dos Santos, P.H.; Ambrosano, G.M. et al. Effect of different light-curing modes on degree of conversion, staining susceptibility and stain's retention using different beverages in a nanofilled composite resin. *J Esthet Restor Dent.* **2011**, *23*, 106-14. doi: 10.1111/j.1708-8240.2011.00406.x.
2. Imamura, S.; Takahashi, H.; Hayakawa, I.; Loyaga-Rendon, P.G.; Minakuchi, S. Effect of filler type and polishing on the discoloration of resin composite artificial teeth. *Dent. Mater. J.* **2008**, *27*, 802-8. doi: 10.4012/dmj.27.802.
3. Ertas, E.; Gueler, A.U.; Yucel, A.C.; Köprülü, H.; Güler, E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent. Mater. J.* **2006**, *25*, 371-6.
4. Mundim, F.M.; Garcia, L.F.R.; Pires-De-Souza, F.C.P. Effect of staining solutions and repolishing on color stability of direct composites. *J Appl Oral Sci.* **2010**, *18*, 249-54. doi: 10.1590/S1678-77572010000300009.
5. Park, J.W.; Na, J.S.; Lim, W.H.; Lim, B.S.; Ahn, S.J. Microbial changes in biofilms on composite resins with different surface roughness: An in vitro study with a multispecies biofilm model. *J Prosthet Dent.* **2019**, *122*, 419.e1-e8. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.08.009
6. Ferracane, J.L. Resin composite—state of the art. *Dent Mater.* **2011**, *27*, 29-38. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.020.
7. Jung, M.; Eichelberger, K.; Klimek, J. Surface geometry of four nanofiller and one hybrid composite after one-step and multiple-step polishing. *Oper Dent.* **2007**, *32*, 347-55. doi: 10.2341/06-101.
8. Jones, C.S.; Billington, R.W.; Pearson, G.J. The in vivo perception of roughness of restorations. *Br Dent J.* **2004**, *196*, 42-5; discussion 31. doi: 10.1038/sj.bdj.4810881.
9. Güler, A.U.; Güler, E.; Yücel, A.C.; Ertaş, E. Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *J Appl Oral Sci.* **2009**, *17*, 108-12. doi: 10.1590/S1678-77572009000200007.
10. Valzoglu, G.A.; Ulusoy, N.; Alagöz, L.G. Effect of coffee and polishing systems on the color change of a conventional resin composite repaired by universal resin composites: an in vitro study. *Materials (Basel).* **2023**, *16*, 6066. doi: 10.3390/ma16176066.

11. Uctasli, M.B.; Garoushi, S.; Uctasli, M.; Vallittu, P.K.; Lassila, L. A comparative assessment of color stability among various commercial resin composites. *BMC Oral Health*. **2023**, *23*, 789. doi: 10.1186/s12903-023-03515-9.
12. 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. *Dent Mater*. **1997**, *13*, 258-69. doi: 10.1016/s0109-5641(97)80038-3.
13. Yesil, Z.D.; Alapati, S.; Johnston, W.; Seghi, R.R. Evaluation of the wear resistance of new nanocomposite resin restorative materials. *J Prosthet Dent*. **2008**, *99*, 435-43. doi: 10.1016/S0022-3913(08)60105-5.
14. Peumans, M.; Van Meerbeek, B.; Lambrechts, P.; Vanherle, G. The 5-year clinical performance of direct composite additions to correct tooth form and position I: Esthetic qualities. *Clin Oral Investig*. **1997**, *1*, 12-8. doi: 10.1007/s007840050003.
15. Zhang, Y.; Lim, C.T.; Ramakrishna, S.; Huang, Z.M. Recent development of polymer nanofibers for biomedical and biotechnological applications. *J Mater Sci Mater Med*. **2005**, *16*, 933-46. doi: 10.1007/s10856-005-4428-x.
16. Amaya-Pajares, S.P.; Koi, K.; Watanabe, H.; da Costa, J.B.; Ferracane, J.L. Development maintenance of surface loss of dental composites after polishing brushing: Review of the literature. *J Esthet Restor Dent*. **2022**, *34*, 15-41. doi: 10.1111/jerd.12875.

Tabelas

Tabela 1. ΔE das resinas compostas Palfique e Vittra

	Controle água	Controle café	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	p
Palfique	1,52 (0,57) B	3,92 (1,99) A	0,89 (0,52) B	0,93 (0,51) B	1,03 (0,06) B	2,30 (0,73) B	P=0,0005
Vittra	1,01 (0,71) AB	3,33 (1,29) A	0,70 (0,08) B	0,72 (0,22) B	1,11 (0,05) B	2,23 (1,11) B	P<0.0001

Letras maiúsculas distintas indicam diferenças estatisticamente significantes em linha pelo teste de Análise de Variância 1-critério e teste *post hoc* de Tukey.

Tabela 2. Variação da massa (mg) das resinas compostas Palfique e Vittra

	Controle água	Controle café	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	p
Palfique	2,48 (1,52) A	2,08 (0,29) A	-0,84 (0,52) A	-1,11 (0,57) A	-0,98 (0,38) A	-0,94 (0,37) A	P>0.05
Vittra	0,68 (0,19) A	0,82 (0,29) A	-0,72 (0,18) A	-0,86 (0,21) A	-0,89 (0,73) A	-0,89 (0,82) A	P>0.05

Letras maiúsculas distintas indicam diferenças estatisticamente significantes em linha pelo teste de Kruskal Wallis ($p>0.05$).

Quadro**Quadro 1: Composição das resinas compostas a serem usadas no estudo**

Material	Cor	Conteúdo inorgânico	Conteúdo orgânico	Fabricante
Vittra APS	A2E	Partículas de silicato de Zircônia esferoidal.	TEGDMA, UDMA	FGM, Brasil.
Palfique LX5	A2E	Partículas em sílica-zircônia.	Bis-GMA, TEGDMA	TOKUYAMA DENTAL, Japão.

Figuras

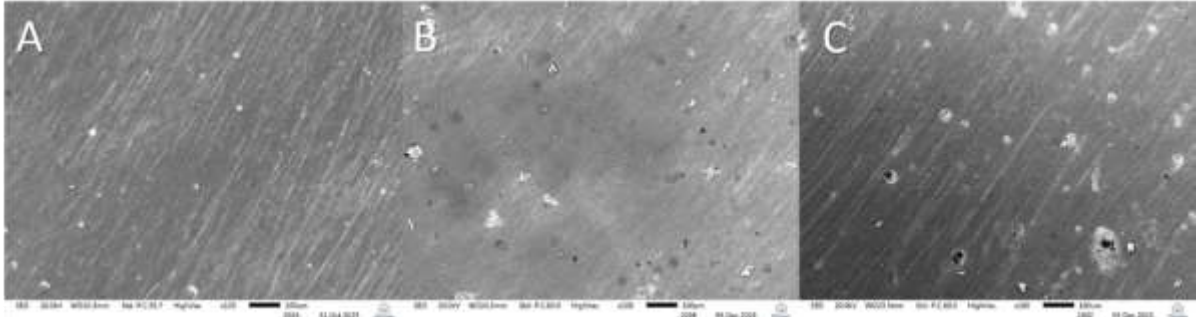


Figura 1. Microscopia eletrônica de varredura da resina composta Palfique

Legenda: Em A é observada a resina composta no aumento de 100 x após a produção dos corpos de prova (sem polimento). A imagem B é do corpo de prova após receber o primeiro polimento. A imagem C é do corpo de prova após receber 4 ciclos de polimento.

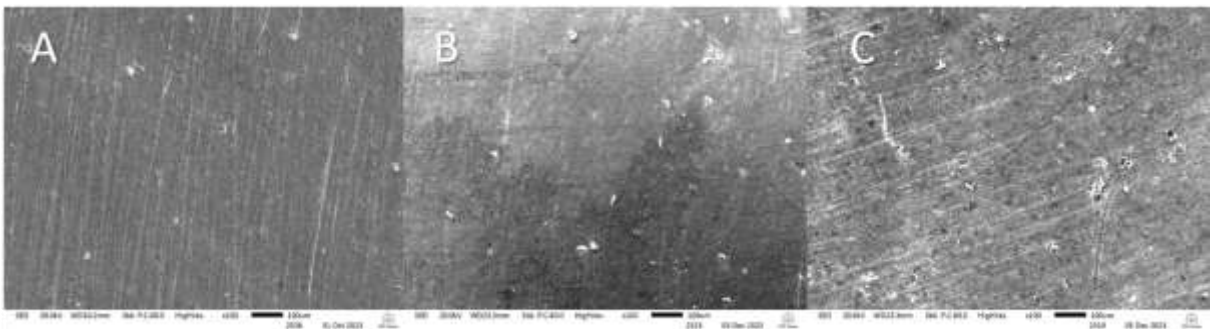


Figura 2. Microscopia eletrônica de varredura da resina composta Vittra

Legenda: Em A é observada a resina composta no aumento de 100 x após a produção dos corpos de prova (sem polimento). A imagem B é do corpo de prova após receber o primeiro polimento. A imagem C é do corpo de prova após receber 4 ciclos de polimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a pesquisa, na tabela 1 mostrou que independente da escolha do sistema de resina e do protocolo de polimento, a condição controle/café mostrou a maior variação de cor, sendo diferente estatisticamente dos demais grupos. Não houve diferenças dos valores de variação de cor entre os protocolos de polimento e estes também não apresentam diferenças em relação à condição controle feito com água destilada somente. Com a imagem em microscopia eletrônica de varredura, sugerimos que o primeiro polimento é o mais importante e deve-se realizar de maneira correta, respeitando os passos e as etapas de cada sistema.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. K. G. *et al.* Avaliação da cor de um compósito com espectrofotômetro em diferentes modos de leitura e condições de armazenagem. **Revista da Faculdade de Odontologia, Passo Fundo**, v. 19, n. 1, p. 101-106, jan./abr. 2014.
- BRISO, A. F. *et al.* Color alteration in teeth subjected to different bleaching techniques. **Laser Physics**, v. 20, n. 11, p. 1-4, 2010.
- CELIK, C. *et al.* Effect of bleaching on staining susceptibility of resin composite restorative materials. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 21, n. 6, p. 407-414, 2009.
- FERRACANE, J. L. Resin composite - State of the art. **Dental Materials**, v. 27, n. 1, p.29-38, 2011.
- GHAVAMI-LAHIJI, M. *et al.* The effect of thermocycling on the degree of conversion and mechanical properties of a micro hybrid dental resin composite. **Restorative Dentistry & Endodontics**, v. 43, n. 2, p. 26, 2018.
- JOHNSTON, W. M.; KAO, E. C. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. **Journal of Dental Research**, v. 68, n. 5, p. 819-822, 1989.
- KUCUKESMEN, H. C. *et al.* Change of shade by light polymerization in a resin cement polymerized beneath a ceramic restoration. **Journal of Dentistry**, v. 36, n. 3, p. 219-223, 2008.
- LEE, Y. K. *et al.* Effects of colour measuring mode and light source on the colour of shade guides. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 29, n. 11, p. 1099-1107, 2002.
- LUTZ, F.; PHILLIPS, R. W. A classification and evaluation of composite resin systems. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 50, n. 4, p. 480-488, 1983.
- LY, B. C. K. *et al.* Research techniques made simple: cutaneous colorimetry: a reliable technique for objective skin color measurement. **Journal of Investigative Dermatology**, v. 140, n. 1, p. 3-12.e1, Jan. 2020.
- MARTOS, J. *et al.* Hydrolytic degradation of composite resins: effects on the microhardness. **Materials Research**, v. 6, n. 4, p. 599-604, 2003.
- MORI, A. T.; CARDOZO, H. F. Expectativas quanto aos resultados estéticos dos tratamentos odontológicos. **Revista Paulista de Odontologia**, v. 26, n. 2, p. 12-16, 2004.
- PARAVINA, R. D. *et al.* Color difference thresholds in dentistry. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 27, n. S1, p. S1-S9, 2015.
- PEUMANS, M. *et al.* The 5-year clinical performance of direct composite additions to correct tooth form and position I: Esthetic qualities. **Clinical Oral Investigations**, v.

1, n. 1, p. 12-18, 1997.

RUEGGEBERG, F. A. State-of-the-art: Dental photocuring a review. **Dental Materials**, v. 27, n. 1, p. 39-52, 2011.

SAMRA, A. P. B. *et al.* Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. **Brazilian Oral Research**, v. 22, n. 3, p. 205-210, 2008.

SANTOS, L. A. *et al.* Microdureza de resina composta: efeito de aparelhos e tempos de polimerização em diferentes profundidades. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v. 14, n. 1, p. 65-70, 2000.

SOUZA, R. O. *et al.* Conversion degree of indirect resin composites and effect of thermocycling on their physical properties. **Journal of Prosthodontics**, v. 19, p. 218-225, 2010.

TOLEDANO, M. *et al.* Sorption and solubility of resinbase restorative dental materials. **Journal of Dentistry**, v. 31, p. 43-50, 2003.

VANINI, L. A cor segundo Lorenzo Vanini. **Revista Dental Press Estética**, v. 8, n. 4, p. 98-107, 2011.

VICHI, A. *et al.* Color related to ceramic and zirconia restorations: A review. **Dental Materials**, v. 27, n. 1, p. 97-108, 2011.

WAN, Q. *et al.* Light curable dental composites designed with colloidal crystal reinforcement. **Dental Materials**, v. 24, n. 12, p. 1694-1701, Dec. 2008.

WASILEWSKI, M. D. E. S. *et al.* Effect of cigarette smoke and whiskey on the color stability of dental composites. **American Journal of Dentistry**, v. 23, n. 1, p. 4-8, 2010.

ZHANG, Y. *et al.* Recent development of polymer nanofibers for biomedical and biotechnological applications. **Journal of Materials Science: Materials in Medicine**, v. 16, n. 10, p. 933-946, 2005.