



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

LAIANA DIAS VALENTE

**ESTABILIDADE DE COR DE COMPÓSITOS RESINOSOS FRENTE AO
DESAFIO CORANTE - ANÁLISE *IN VITRO***

Manaus-AM
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

LAIANA DIAS VALENTE

**ESTABILIDADE DE COR DE COMPÓSITOS RESINOSOS FRENTE AO
DESAFIO CORANTE - ANÁLISE *IN VITRO***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Odontologia, área de concentração Ciências Odontológicas.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Danielson Guedes Pontes

Manaus-AM
2019

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

V154e Valente, Laiana Dias
Estabilidade de cor de compósitos resinosos frente ao desafio corante - análise in vitro / Laiana Dias Valente. 2019
68 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Danielson Guedes Pontes
Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Resina composta. 2. estabilidade de cor. 3. pigmentação. 4. estética. I. Pontes, Danielson Guedes II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

À minha amada filha Letícia, luz da minha vida; à minha mãe Ana Tereza, minha maior incentivadora e meu exemplo de mulher íntegra e profissional ética.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado o dom da vida e uma família maravilhosa. Por permitir a conclusão deste trabalho, a concretização de mais um sonho e por sempre ter me amparado nos momentos difíceis, dando-me força e coragem para continuar.

À Universidade Federal do Amazonas e ao programa de Pós-Graduação em Odontologia pela oportunidade de concluir com êxito o Mestrado nas dependências da Faculdade de Odontologia – FAO/UFAM.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pela concessão de bolsa de estudo durante a realização do curso.

Ao meu mestre orientador, Prof. Dr. Danielson Guedes Pontes, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho, mostrando-se sempre disponível quando procurado. Pela confiança e paciência, por todo conhecimento a mim conferido durante a construção desse projeto e orientação na conclusão do mesmo.

Aos professores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, por todo conhecimento compartilhado ao longo desta jornada.

À minha família e amigos, pelo apoio, torcida e incentivo na conclusão de mais este projeto em minha vida.

À todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação e conclusão deste trabalho, muito obrigada!

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade de cor de quatro resinas compostas nanoparticuladas mediante exposição a diferentes substâncias consideradas pigmentantes. **Materiais e métodos:** Foram confeccionados 128 espécimes cilíndricos das resinas compostas Filtek Z350 XT (3M), Filtek One Bulk Fill (3M), Vittra APS (FGM) e Opus Bulk Fill (FGM) (n=32), com 8,0mm de diâmetro por 4,0mm de espessura. Os espécimes foram imersos em chá verde, vinho tinto, energético e água destilada (controle) e mantidos em estufa com temperatura controlada de 37°C. A cor foi avaliada previamente a imersão nas soluções-teste e após 30, 60 e 90 dias de imersão, através de imagem digital, que posteriormente foi analisada pelo programa *mColorMeter* versão 2.5.3, o qual deu os valores da escala de cores CIE-Lab. Os dados obtidos foram tabulados e analisados estatisticamente. O teste Shapiro-Wilk avaliou a normalidade de todos os dados ($p>0,05$) e o teste Levene confirmou a homogeneidade das variâncias para variável dependente ($p>0,05$). A análise de variância (ANOVA) de três fatores para medidas repetidas foi usada para avaliar a influência do material (resina composta) (fator 1, 3 níveis), solução de imersão (fator 2, 3 níveis) e tempo (3 níveis para alteração de cor). **Resultados:** A análise estatística ANOVA mostrou influência significativa para todos os fatores isolados (exceto o material) e todas as suas interações na estabilidade de cor. **Conclusão:** As resinas compostas sofrem alteração de cor após imersão em soluções corantes e o grau de manchamento está sujeito ao tipo de solução e ao tempo de contato com a mesma.

Palavras-chave: Resinas compostas; estabilidade de cor; pigmentação; estética.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to evaluate the color stability of four nanoparticle composite resins by exposure to different substances considered as pigment. **Materials and methods:** 128 specimens of Filtek Z350 XT (3M), Filtek One Bulk Fill (3M), Vittra APS (FGM) and Opus Bulk Fill (FGM) composite resins (n = 32) with 8.0mm diameter x 4,0mm thickness were prepared. The specimens were immersed in green tea, red wine, energetic and distilled water (control) and kept in an oven with a controlled temperature of 37°C. The color was evaluated before immersion in the test solutions and after 30, 60 and 90 days of immersion through digital image, which were later analyzed by the program *mColorMeter version 2.5.3*, which gave the values of the color scale CIE-Lab. Data were tabulated and statistically analyzed. The Shapiro-Wilk test evaluated the normality of all the data ($p > 0.05$) and the Levene test confirmed the homogeneity of the variances for the dependent variable ($p > 0.05$). Analysis of variance (ANOVA) of three factors for repeated measurements was used to evaluate the influence of material (composite resin) (factor 1, 3 levels), immersion solution (factor 2, 3 levels) and time (3 levels for change by heart). **Results:** Statistical analysis ANOVA showed significant influence for all factors isolated (except material) and all their interactions on color stability. **Conclusion:** Composite resins suffered color change after immersion in dye solutions and the degree of staining is subject to the type of solution and the time of contact with the same.

Keywords: Composite resins; color stability; pigmentation; aesthetics.

LISTA DE FIGURA

| | |
|---|----|
| Figura 1. Espaço CIE-Lab de cor..... | 30 |
| Figura 2. Resina composta Z350XT (3M Oral Care)..... | 36 |
| Figura 3. Resina composta Filtek One Bulk Fill (3M Oral Care)..... | 36 |
| Figura 4. Resina composta Vittra APS (FGM)..... | 36 |
| Figura 5. Resina composta Opus Bulk Fill (FGM)..... | 36 |
| Figura 6. Imagem ilustrativa das soluções de imersão utilizadas neste estudo..... | 37 |
| Figura 7. Silicone de adição pesado SCAN PUTTY (Yller) e placa de vidro com as lâminas de cera 7 devidamente fixadas em suas extremidades..... | 38 |
| Figura 8. Utilização de uma lima endodôntica Tipo K a fim de medir exatos 4 mm de espessura da lâmina de cera 7 necessários para a confecção da matriz de silicone..... | 38 |
| Figura 9. Silicone de adição após manipulação inserido na placa de vidro..... | 39 |
| Figura 10. Compressão total do silicone até a placa de vidro atingir o mesmo nível do stop (lâmina de cera 7); e extravasamento do material..... | 39 |
| Figura 11. Aspecto da matriz de silicone decorrido tempo de presa..... | 40 |
| Figura 12. Posicionamento da tampa da agulha sobre a matriz de silicone..... | 40 |
| Figura 13. Aspecto final da matriz de silicone para obtenção dos espécimes de resina composta..... | 41 |
| Figura 14(a,b). Utilização de uma lima endodôntica Tipo K (40) e régua endodôntica para confirmar os 4 mm de espessura..... | 41 |
| Figura 15. Aspecto do conjunto previamente à fotopolimerização final..... | 42 |
| Figura 16. Aspecto do conjunto após a fotopolimerização final..... | 43 |
| Figura 17. Caixa com iluminação luz do dia..... | 44 |
| Figura 18. Leitura do Espaço CIE-Lab de cor para estabilidade de cor no programa mColorMeter..... | 45 |
| Figura 19 (a, b e c). Espécime da resina composta z350XT após imersão em água destilada por 30 (A), 60 (B) e 90 (C) dias..... | 47 |
| Figura 20 (a, b e c). Espécime da resina composta Opus Bulk Fill após imersão em vinho tinto por 30 (A), 60 (B) e 90 (C) dias..... | 47 |
| Figura 21 (a, b e c). Espécime da resina composta Filtek Bulk Fill após imersão em chá verde por 30 (A), 60 (B) e 90 (C) dias..... | 47 |

Figura 22 (a, b e c). Espécime da resina composta Vittra APS após imersão em energético por 30 (A), 60 (B) e 90 (C) dias.....48

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1. Interação (média dos dados) entre os fatores de variação na estabilidade da cor. Tempo: 1- 30 dias, 2- 60 dias e 3- 90 dias; Material: 1– Filtek Z350XT, 2– Filtek One Bulk Fill, 3- Vittra APS e 4- Opus Bulk Fill; Solução: 1- H ₂ O, 2- chá verde, 3- vinho tinto e 4- energético..... | 49 |
| Gráfico 2. Médias e desvio padrão (DP) de mudanças de cor (ΔE) ocorridas entre os tempos, de acordo com a resina e o meio de imersão..... | 51 |
| Gráfico 3. Média de variação de cor (ΔE) de acordo com a solução de imersão..... | 52 |
| Gráfico 4. Média de variação de cor (ΔE) de acordo com o tempo de imersão..... | 53 |
| Gráfico 5. Média de variação de cor (ΔE) de acordo com o material estudado..... | 54 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Apresentação das resinas composta utilizadas no estudo (Filtek Z350 XT; Filtek One Bulk Fill; Vittra APS e Opus Bulk Fill..... | 35 |
| Tabela 2. Análise de Variância da estabilidade de cor de acordo com as fatores de variação..... | 48 |
| Tabela 3. Médias e desvio padrão (DP) de variação de cor (ΔE) ocorridas entre os tempos, de acordo com a resina e o meio de imersão..... | 50 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1. Divisão dos grupos e subgrupos de acordo com o tipo de resina e o meio de imersão..... | 37 |
|--|----|

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 14 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 17 |
| 2.1 Resina composta..... | 17 |
| 2.2.1 Estabilidade de cor..... | 19 |
| 2.2 Métodos de avaliação da estabilidade de cor..... | 29 |
| 3. OBJETIVOS..... | 34 |
| 3.1 Geral..... | 34 |
| 3.3 Específicos..... | 34 |
| 4. HIPÓTESES..... | 34 |
| 5. MATERIAIS E MÉTODO..... | 35 |
| 5.1 Desenho do estudo..... | 35 |
| 5.2 Casuística..... | 35 |
| 5.3 Descrição dos métodos utilizados..... | 35 |
| 5.3.1 Resina composta..... | 35 |
| 5.3.2 Meios de imersão..... | 37 |
| 5.3.3 Confeccção da matriz de silicone..... | 38 |
| 5.3.4 Confeccção dos corpos de prova..... | 41 |
| 5.3.5 Tratamento experimental..... | 43 |
| 5.4.6 Avaliação da alteração de cor..... | 44 |
| 5.4.6.1 Análise dos dados..... | 45 |
| 6. RESULTADOS..... | 47 |
| 7. DISCUSSÃO..... | 55 |
| 8. CONCLUSÃO..... | 59 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 60 |

1. INTRODUÇÃO

A estética ocupa um lugar de grande relevância na Odontologia moderna. É cada vez mais comum o surgimento de pacientes nos consultórios odontológicos em busca de um sorriso mais estético e agradável. Esta demanda tem impulsionado e estimulado o desenvolvimento de pesquisas que visam melhorar a qualidade dos materiais restauradores possibilitando a mimetização das estruturas dentárias (DOUGLAS, 2000; COSTA, 2011; SCHMITT, 2011).

Os materiais restauradores à base de compósitos resinosos, popularmente conhecidos como resinas compostas surgiram com o intuito de contribuir com o ideal estético almejado pela sociedade (MELO JUNIOR et. al., 2011). Desde seu desenvolvimento inicial a partir dos estudos de Bowen (1962), as resinas compostas têm sido modificadas a fim de aprimorar diversos aspectos de suas propriedades físicas e mecânicas - ambas influenciadas pelo tamanho, formato, tipo e concentração (quantidade) das partículas de carga inorgânica de diferentes marcas comerciais.

As resinas compostas macroparticuladas, com partículas de tamanhos médios $>15\mu\text{m}$, foram as primeiras resinas comercializadas, mas devido a problemas clínicos relevantes, como lisura superficial insatisfatória, não são mais comercializadas. Em seguida, surgiram as resinas microparticuladas ($0,01$ a $0,04\mu\text{m}$), com características de excelente polimento, mas com o inconveniente de apresentar alto índice de contração de polimerização devido a pouca porcentagem de carga em peso (30 a 45% em volume). As resinas híbridas e microhíbridas, que misturam tipos e tamanhos diferentes de partículas apresentam bom polimento e contração de polimerização inferior a encontrada nas resinas microparticuladas e apresentam indicação “universal” (dentes anteriores e posteriores). As resinas nanoparticuladas, com o tamanho das partículas de carga inorgânica variando entre 5 e 75nm e as resinas nanohíbridas, que tem em sua composição uma associação de nanopartículas com partículas maiores, com o tamanho da partícula inorgânica variando entre 400 e 600. As resinas compostas do tipo Bulk Fill tem como principal propriedade a baixa contração de polimerização, o que possibilita a sua utilização em camadas de 4,0-5,0mm de espessura, enquanto os compósitos convencionais são colocados em incrementos de no máximo 2,0mm, e devido a vantagens, como menor tempo operatório, estes materiais tem ganhado popularidade (BARATIERI, 1988; MITRA; WU; HOLMES, 2003; ROSA, 2010; de LIMA, 2007; MELO JUNIOR et. al., 2011).

A ampla disponibilidade de cores, a alta capacidade de simulação das características ópticas do dente natural, a resistência considerável, a facilidade de inserção e manipulação e a possibilidade de preparos cavitários mais conservadores, fizeram com que este se tornasse o material mais presente na prática clínica moderna. Entretanto, apesar das muitas vantagens e de seu amplo uso na rotina odontológica, este material ainda apresenta limitações e desvantagens, tais como as relacionadas às suas propriedades físicas e mecânicas, como a contração de polimerização, a toxicidade e a instabilidade ou alteração de cor (PUCKETT et. al., 2007; COSTA, 2011; KROSRAVI et. al., 2016).

A estabilidade de cor possui um aspecto de grande importância para o sucesso da restauração final em longo prazo. Esta característica física do material pode ser definida como a propriedade que o material possui de reter a sua cor inicial por um período de tempo em um determinado ambiente, e dentre as características relacionadas à resina composta, tem se constituído como um dos parâmetros clínicos mais importantes para o sucesso estético de tais restaurações (MUNDIM; GARCIA; PIRES-DE-SOUZA, 2010; SHMITT et. al., 2011). Quando confeccionadas, espera-se que as restaurações com resina composta tenham uma estabilidade de cor que persista pelo mesmo período de tempo em que o material permaneça funcional no ambiente oral. Porém, a descoloração e/ou a pigmentação desse material são fatos ainda comumente presente na clínica diária devido a sua composição heterogênea (partícula de carga + agente de união + fase orgânica), a qual é susceptível à degradação química (água, ácidos e álcool), física (luz, temperatura) e mecânica (atrito e fraturas por stress do material) (KHOKHAR et.al., 1991; NASIM et. al., 2010; TEKÇE et. al., 2015).

Essa alteração da cor que as resinas compostas sofrem é multifatorial, podendo ser ocasionada por fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos envolvem a própria descoloração do material, como a alteração da interface entre a matriz e componentes de carga, oxidação dos fotoiniciadores e a oxidação da matriz dos polímeros. Normalmente essa descoloração intrínseca ocorre com o envelhecimento do material devido a várias condições físico-químicas, como mudanças térmicas e umidade (REN et. al., 2012; BORGES et. al., 2011; CATELAN et. al., 2011; BUCHALLA et. al., 2002).

Os fatores extrínsecos incluem a pigmentação causada por adsorção ou absorção de pigmentos, ao acúmulo de biofilme bacteriano e manchas superficiais. Também são relatados na literatura a exposição ocupacional a produtos químicos, como o tabagismo e a mastigação do tabaco, e o uso frequente de enxaguatórios bucais e medicamentos. Dessa forma, esta

descoloração na cavidade oral está relacionada com os hábitos alimentares, de higiene e culturais do indivíduo (WASILEWSKI, et.al., 2010).

O grau de manchamento de um material pode ser avaliado visualmente ou por metodologias específicas. As técnicas visuais são realizadas por meio de comparações subjetivas utilizando escalas de cor. Em contrapartida, os métodos instrumentais, obtidos por meio de aparelhos como espectrofotômetros, colorímetros e análise computadorizada de imagens (através de fotografias), geram uma descrição numérica dos parâmetros da cor, oferecendo medidas quantificáveis e objetivas (JOINER, 2004; JARAD; RUSSEL; MOSS, 2005).

Por tratar-se de um método simples e rápido, onde os dados são gravados e analisados facilmente, a fotografia tem sido empregada em diversas finalidades, tais como: planejamento e diagnóstico, registros de formato, cores e texturas de dentes, auxílio na escolha de cor de uma restauração, percepção e estudo de detalhes, registros assimétricos faciais, documentação e avaliação de tratamentos realizados no dia a dia clínico, marketing, orientação aos pacientes e elucidação de um requerimento legal. Nos últimos anos também vem sendo utilizada como instrumento de avaliação de cor em pesquisas sobre a estabilidade de cor dos materiais dentários (MASIOLI, 2010, CHU et al, 2012).

Visto que um dos grandes desafios atuais da odontologia estética é a manutenção da estética das restaurações de resina composta, e que os fatores extrínsecos têm maior influência na alteração de cor, constando como uma das principais causas de substituições de restaurações, o objetivo deste trabalho foi avaliar a alteração de cor de quatro resinas compostas, com diferentes composições, imersas em quatro diferentes tipos de soluções.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 RESINA COMPOSTA

A resina composta surgiu com o intuito de contribuir com o ideal estético almejado por pacientes em seus tratamentos dentários. Sua capacidade de mimetizar as estruturas dentárias, permitir preparos cavitários mais conservadores e possuir boa resistência, foram algumas de suas características que fizeram com que a resina composta se tornasse o material mais presente na prática clínica e o material mais intensamente pesquisado nos últimos anos (MELO JUNIOR et al., 2011; KROSRAVI et al. 2016).

Os compósitos resinosos são constituídos por uma matriz orgânica, matriz inorgânica e um agente de união. A matriz orgânica tem como principal componente um monômero, cuja função é fornecer as características manipulativas e físicas desejadas, sendo o Bis-GMA, UDMA, TEGDMA e o EGDMA os mais utilizados. Nela também estão presentes inibidores de polimerização, modificadores de cor e um sistema iniciador/ativador. As partículas de carga inorgânicas, que se encontram dispersas na matriz resinosa, são incorporadas a fim de melhorar as propriedades mecânicas do material e reduzir a quantidade de matriz orgânica, minimizando assim suas principais desvantagens, como: a contração de polimerização, alto coeficiente de expansão térmico linear (CETL) e a sorção de água. O agente de união (organossilano), que é comumente empregado, estabelece a união por grupamentos metacrilatos entre a matriz orgânica resinosa com as partículas de carga inorgânicas através de grupos silânicos (De LIMA, 2007; MELO JUNIOR et. al., 2011).

No mercado existem diversos tipos de resinas compostas, surgidas durante esse processo evolutivo, cada uma tendo suas indicações e limitações, classificadas de acordo com o tamanho das partículas inorgânicas, método de polimerização, viscosidade ou propriedades ópticas (BURGESS; WALKER; DAVIDSON, 2002; ROSA, 2010).

A classificação mais utilizada para as resinas compostas é quanto ao tamanho das partículas de carga inorgânica. Crispin (1994), em seu trabalho sobre composição das resinas compostas, relatou que partículas inorgânicas tendem a ser duras, inertes e apresentam índice de refração e translucidez semelhantes à da estrutura dental. Por esta razão, entende que é importante conhecer o conteúdo de carga, assim como tamanho e composição dessas partículas.

As resinas compostas macroparticuladas, com partículas de tamanhos médios $>15\mu\text{m}$ (volume em torno de 60 a 65%), foram as primeiras resinas comercializadas, mas por apresentarem problemas clínicos importantes, como lisura superficial insatisfatória, maior susceptibilidade ao manchamento e baixa resistência mecânica, não são mais oferecidas pelos fabricantes para a finalidade restauradora. Posteriormente, surgiram as resinas microparticuladas ($0,01$ a $0,04\mu\text{m}$), estas apresentaram polimento excelente, mas tiveram como inconveniente um alto índice de contração de polimerização devido a pouca porcentagem de carga em peso (30 a 45% em volume). Então, com o intuito de associar as vantagens das resinas de macro e micropartículas, surgiram as resinas híbridas e microhíbridas, que misturam dois tipos diferentes de partículas: sílica coloidal e partículas de vidro. Representam atualmente o maior contingente de marcas comerciais, e segundo os fabricantes, apresentam indicação “universal” (dentes anteriores e posteriores), podendo ser associadas para a obtenção de melhores resultados (BARATIERI, 1988; MITRA; WU; HOLMES, 2003; de LIMA, 2007; MELO JUNIOR et. al., 2011).

Mais recentemente no mercado, o desenvolvimento da nanotecnologia permitiu produzir uma nova geração de compósitos dentários com partículas de tamanho reduzido, que são as resinas nanoparticuladas, com o tamanho das partículas de carga inorgânica variando entre 5 e 75nm (1 nanômetro equivale a $1000\mu\text{m}$) e as resinas nanohíbridas, que tem em sua composição uma associação de nanopartículas com partículas maiores, com o tamanho da partícula inorgânica variando entre 400 e 600 nm. Isto permitiu o aumento da quantidade de carga inorgânica do material, possibilitando assim uma excelente estética, melhorando a resistência ao desgaste, um nível maior de tenacidade à fratura e menor fragilidade (ROSA, 2010; MELO JUNIOR et. al., 2011).

Outro material restaurador que tem obtido popularidade, são as resinas compostas do tipo Bulk Fill, também conhecidas como resinas de “preenchimento único”. Classificadas de acordo com a consistência em fluidas (*Flow*) ou resinas de consistência regular (*Standart*), elas surgiram com o intuito de resolver o problema da contração de polimerização e permitir uma técnica de trabalho menos sensível que a padrão (que empregava a inserção do material em pequenos incrementos na cavidade a ser restaurada). Tem como principal propriedade a baixa contração de polimerização, o que possibilita a sua utilização em camadas de 4,0-5,0mm de espessura, enquanto os compósitos convencionais são colocados em incrementos de no máximo 2,0mm. Seu uso permite a redução do tempo de trabalho ao diminuir o número de incrementos, a realização de um processo restaurador menos estressante e mais confortável

ao paciente, no entanto, sua indicação é limitada a restaurações de dentes posteriores (KIM et al., 2015, CANEPPELLI, BRESCIANI, 2016).

Para se conseguir o aumento na profundidade de polimerização, os fabricantes das resinas Bulk Fill modificaram a translucidez/opacidade do compósito, diminuindo o número de partículas inorgânicas, pois a penetração de luz está intimamente relacionada com a quantidade de partículas inorgânicas presentes no material. Fotoiniciadores com maior absorção luminosa também foram inseridos a composição da resina composta a fim de permitir adequada conversão de monômeros em polímeros. No entanto, para a conversão adequada dos monômeros, a fotoativação das resinas Bulk Fill na espessura indicada pelo fabricante, devem ser usados fotopolimerizadores de excelente qualidade, com potência mínima de 800 mW/cm², sendo o ideal que a potência atinja 1000 mW/cm² (BOUSCHLICHER; RUEGGERBERG; WILSON, 2004; SOUZA-JUNIOR, 2014; ILLIE; BUCUTA; DRAENERT, 2013).

Na composição química desses compósitos existem características semelhantes às das resinas compostas nanohíbridas e microhíbridas, incluindo monômeros como Bis-GMA, UDMA, TEGDMA e Bisfenol-A-etoxilato dimetacrilato em sua matriz orgânica. As partículas inorgânicas utilizadas para compor as resinas Bulk Fill, as nanohíbridas e as microhíbridas também são semelhantes. Houve uma modificação na estrutura química do monômero Bis-GMA e do monômero UDMA, no qual foram incluídos hidroxila livre no Bis-GMA, dimetacrilato de uretano alifático, dimetacrilato de uretano aromático (AUDMA) e metacrilatos altamente ramificados (ILLIE; BUCUTA; DRAENERT, 2013; MOSZNER et al. 2008; FERREIRA, 2017).

As características das resinas Bulk Fill têm se tornado alvo de constantes estudos. Apesar disso, ainda permanecem incertezas relacionadas a suas propriedades térmicas e ópticas, bem como de resistência às forças mastigatórias e de contração de polimerização, sendo necessária ainda a realização de investigação científica.

2.1.1 Estabilidade de cor

Entre as características relacionadas a resina composta, a estabilidade de cor, tem se constituído como um dos parâmetros clínicos mais importantes para o sucesso de uma restauração dental. Definida como a propriedade que o material tem de permanecer com a cor

por um período de tempo em determinado ambiente, a estabilidade de cor tem sido objeto de muitos estudos ao longo dos anos (MUNDIM; GARCIA; PIRES-DE-SOUZA, 2010; SHMITT et. al., 2011).

Powers, Dennison e Koran (1978) avaliaram a estabilidade de cor de sete marcas comerciais de resinas compostas, uma resina sem carga e três “glazers”, empregando processo de aceleração de envelhecimento, através de simulação de deterioração de cor em consequência das condições climáticas. O tratamento foi mantido por 900 horas, sendo que o fabricante estima que 300 horas de tratamento equivalham a 1 ano de uso clínico. As avaliações foram feitas após 10, 20, 50, 100, 300 e 900 horas de exposição por avaliação visual e espectrofotométrica. Os autores concluíram que após 10 horas de tratamento as mudanças de cor eram semelhantes a 300 horas de tratamento, com alteração significativa em quatro resinas compostas e dois tipos de glaze. Porém, após 900 horas, todos os materiais, com exceção de apenas uma resina composta, mostraram mudanças expressivas na cor em relação a condição inicial, e as mudanças ocorreram de forma imprevisível em relação aos resultados obtidos anteriormente em períodos mais curtos de envelhecimento.

Em 1987, Cooley et al. avaliaram o grau de manchamento de seis resinas compostas indicadas para restaurações de dentes posteriores. Inicialmente, foram confeccionados os corpos-de-prova, que eram imersos em água deionizada por 72 horas, e então, imersos em solução de café por 1, 2, 4 e 7 dias. A avaliação do grau de manchamento foi realizada através do uso de um colorímetro triestimulado e também visualmente. Os resultados de ambas as avaliações foram concordantes, exceto para a resina Estilux Posterior, que ocupou 5° e 3° lugares nos respectivos testes. Quanto aos outros materiais restauradores, os dois testes foram concordantes e resultaram na seguinte classificação em ordem decrescente de estabilidade de cor (da que mais pigmentou para a que menos pigmentou): Occlusin, Ful-fil, Heliomolar e P-30.

Sabendo que as propriedades mecânicas e ópticas das resinas compostas são afetadas pelas modificações no tamanho das partículas, morfologia e outros componentes, muitos autores analisaram a estabilidade de cor dos compósitos resinosos com novas matrizes resinosas e partículas de carga.

Powers; Fan e Raptis (1980), avaliaram a estabilidade de cor de três resinas compostas convencionais e quatro microparticuladas. Os autores confeccionaram três amostras para cada material com auxílio de matriz metálica, armazenando-as em seguida em estufa com

temperatura controlada de 37°C por 24 horas, antes da avaliação inicial. As amostras foram submetidas a aceleração de envelhecimento pela luz, variação de temperatura e umidade, em câmara 25-W³ com medições após 300, 600 e 900 horas de tratamento. As medições foram realizadas por espectrofotometria de reflectância. Os autores observaram que durante o envelhecimento inicial todos os materiais tornaram-se mais escuros, mais cromáticos e mais opacos. Porém, na continuidade, as resinas compostas convencionais foram afetadas pela erosão da matriz com conseqüente exposição das partículas de carga, enquanto que as resinas compostas microparticuladas apresentaram melhor estabilidade de cor, aparentemente não afetadas pela erosão, levando-os a concluir que a alteração de cor ocorreu de maneira e quantidade diferentes de acordo com o tipo de material estudado.

Em 1994, Dietschi et al. realizaram um estudo, *in vitro*, no qual avaliaram a estabilidade de cor de resinas compostas microparticuladas, híbridas e microhíbridas quando submetidas a diferentes condições de manchamento. Os corpos-de-prova foram confeccionados em resina composta e imersos em café, corante alimentar E 110, vinagre tinto e eritrosina. A avaliação colorimétrica foi realizada de acordo com o sistema CIE-Lab, após uma e três semanas de imersão. Os autores notaram que a eritrosina e o café produziram manchamento mais intenso e o corante E110 o menor, enquanto, o vinagre não foi capaz de alterar significativamente a cor dos materiais. Concluíram que a resistência dos materiais à descoloração dependia do tipo de composição e manipulação do mesmo.

Arrocha et al. (2013) determinaram a estabilidade de cor de uma resina à base de silorano em comparação com quatro compósitos à base de metacrilato, após ter sido imerso em diferentes soluções corantes através de um espectrofotômetro. Foram confeccionados 180 discos com 4 tipos diferentes de resina composta à base de metacrilato (Filtek Z250, Tetric EvoCeram, Venus diamante e Grandio) e uma resina composta a base de silorano (Filtek Silorane). Estes foram imersos por 4 semanas em seis soluções: chá preto, café, vinho tinto, suco de laranja, Coca-Cola[®], e água destilada (controle). A cor foi medida a cada semana por meio de espectrofotômetro (sistema CIE-Lab). A análise estatística foi feita por análise de variância pelo teste de Fischer para analisar as diferenças dos valores de L*a*b* e ΔE. Todos os materiais apresentaram descoloração significativa (p<0,05) quando comparado ao grupo controle. O valor mais alto de ΔE observado foi com vinho tinto, enquanto a Coca-Cola[®] apresentou o menor. A resina composta a base de silorano apresentou a maior estabilidade de cor em comparação com compósitos à base de metacrilato quando imersos em soluções

corantes. Grandes diferenças de ΔE foram encontrados entre os materiais à base de metacrilato.

Em 2016, Manojlovic et. al. estudaram o efeito de monômero de metacrilato de baixa contração e fotoiniciador de óxido de monoacilfosfina sobre a cor e translucidez de resinas compostas. Quatro resinas micro-híbridas, com carga de vidro de bário, foram preparadas. Duas contendo BisGMA e TEGDMA e duas à base de monômero de uretano de baixa contração FIT-852 e matriz TEGDMA. Canforoquinona (CQ)/amina ou Lucirin TPO foram os fotoiniciadores. Resinas comerciais de baixa contração (Charisma Diamond, Heraeus Kulzer e N'Durance, Septodont) e convencionais (Tetric EvoCeram, Ivoclar Vivadent e Z250, 3M ESPE) foram usadas como controle. Cor e translucidez foram medidas usando espectrofotômetros Thermo Scientific Evolution e SpectroShade™ Micro. Estabilidade de cor foi avaliada após imersão em chá preto (puro, com leite ou limão) e água destilada. Fotoiniciadores não tiveram nenhum efeito significativo sobre a cor inicial. Resinas à base de FIT-852 mostraram maior coloração em todas soluções de imersão do que resinas à base de BisGMA. Resinas contendo TPO apresentaram melhor estabilidade que as com CQ, independente do monômero base. Chá preto puro e com limão induziram maiores alterações de cor. Adição de leite ao chá reduziu significativamente a coloração. Monômero FIT e o BisGMA afetaram cor, translucidez e estabilidade de cor das resinas. Com estes resultados, os autores concluíram que a estabilidade da cor após a coloração artificial foi fortemente afetada pelo tipo de monômero e, em menor grau, pelo sistema fotoiniciador.

Segundo Hörsted-Binslev e Mjør (1988), a descoloração dos compósitos resinosos pode ocorrer por três mecanismos: 1. descolorações externas devido ao acúmulo de biofilme bacteriano; 2. alterações na superfície ou subsuperfície do material restaurador devido a suave penetração e reação de agentes corantes com a camada superficial da resina composta, pelo fenômeno de adsorção e 3. descolorações intrínsecas devido a reações físico-químicas nas porções profundas da restauração, pelo fenômeno de absorção.

Dentre estes mecanismo de alteração de cor das resinas compostas, o mais investigado é o que está relacionado a pigmentação por fatores extrínsecos, advindos principalmente da dieta. Em 1988, Luce e Campbell compararam o potencial de manchamento de quatro agentes frequentemente utilizados pela população sobre quatro tipos de resinas compostas. Foram confeccionados corpos-de-prova de 5mm de espessura das resinas compostas microparticuladas Durafill, Heliosit, Prisma Microfine e Silux, e após 48 horas de

armazenamento em temperatura ambiente, os mesmos foram polidos e imersos em cada uma das soluções dos agentes pigmentantes (café, chá, bebida à base de cola e rapé). Tais soluções eram trocadas a cada 3 dias durante 14 dias, adicionalmente uma análise visual era executada por dois observadores. Desta forma, o café foi considerado o agente de maior potencial de manchamento para cada um dos materiais, seguido pelo chá. O rapé ocupou o terceiro lugar, exceto para a resina Silux, cujo terceiro lugar foi ocupado pela bebida à base de cola. Para os demais materiais, a bebida à base de cola ocupou o quarto lugar. Baseados nestes resultados, os autores consideraram ser possível orientar melhor o paciente quanto aos agentes mais potencialmente agressivos a certa resina, bem como indicar uma resina menos suscetível ao manchamento a determinado agente.

Em 2014, Kentrou et. al. investigaram o efeito de diferentes soluções corantes e sua influência na alteração de cor de resinas compostas curadas com luz indireta. 112 discos foram feitos com quatro compósitos indiretos: Signum/Heraeus-Kulzer, Sinfony/3M-Espe, GC Gradia/GC, Ena HRI/ Micerium, divididos em quatro grupos, imersos em chá, café, chocolate e água destilada a 37°C durante 4 semanas. A cor foi medida antes e após a imersão em uma, duas, três e quatro semanas de acordo com o sistema CIE-Lab, os valores ΔL^* , Δa^* , Δb^* e ΔE foram calculados para todos os períodos de imersão. O efeito do tempo, solução e material sobre coordenadas de cor primária e secundária foi estimado pelo teste two-way ANOVA para medidas repetidas e comparações de pares. O café afetou fortemente todos os materiais ($p < 0,05$), seguido pelo chá e chocolate. Sinfony apresentou maior alteração de cor ($p < 0,05$), devido a mudanças nas coordenadas b^* e L^* . As coordenadas de cor foram afetadas de forma diferente por tipo de material e solução. A cor das resinas compostas indiretas foi afetada pelos três fatores examinados (tempo de imersão, solução de coloração e tipo de material), em nível clinicamente significativo ($\Delta E^* > 2,7 L$), mesmo a partir da primeira semana, e em nível inaceitável ($\Delta E^* > 5,5L$) na segunda, terceira e quarta semanas, conforme a solução de coloração e o material.

Pereira (2015) comparou e avaliou, *in vitro*, a rugosidade superficial e estabilidade da cor entre diferentes materiais restauradores estéticos após termociclagem e imersão em várias soluções pigmentantes. Foram confeccionados 100 discos (10x2mm) a partir de VITA PM[®]9, IPS e.max Press, Lava[™] Ultimate, Enamel[™] plus Hri e de Filtek[™] Supreme XTE segundo o protocolo do fabricante. Depois de colocadas em água destilada durante 24 horas, as amostras foram sujeitas a medições iniciais de rugosidade superficial, com recurso a um Microscópio de Forças Atômicas, e de cor, com recurso a um Espectrofotômetro e ao sistema

CIE-Lab. Foram realizados 10.000 ciclos de termociclagem e realizadas novas medições. As amostras foram posteriormente imersas em água destilada, vinho tinto, Coca-Cola® e chá preto durante 12 dias e sendo então realizadas as medições finais. A estabilidade da cor e rugosidade superficial dos materiais dentários apresentaram alterações após termociclagem e imersão em soluções pigmentantes. Após termociclagem, o VITAPM®9 e o Filtek™ Supreme XTE apresentaram $\Delta E < 1$ e os restantes materiais $1 < \Delta E \leq 3,3$. O Ra (unidade de referencia da rugosidade superficial) do VITAPM®9 e IPS e.max Press aumentou e nos restantes materiais diminuiu. Após imersão em soluções pigmentantes o Enamel™ plus Hri imerso em vinho tinto apresentou a maior variação de cor ($\Delta E = 25,7$). O vinho tinto foi a solução que originou maior variação de cor e a Coca-Cola® foi a solução que originou maiores alterações da rugosidade de superfície. Com isto, o autor declarou a importância de alertar os pacientes sobre as consequências dos seus hábitos alimentares.

A hipótese de que o tipo de acabamento superficial contribua para o manchamento da resina composta foi investigada em um estudo realizado por Reis et al. (2003). Os autores estudaram a influência de vários sistemas de acabamento sobre a rugosidade e manchamento superficial de quatro diferentes resinas compostas, sendo elas: Solitaire, Alert, SureFil e Z250. Amostras das resinas foram preparadas e polidas com pastas de óxido de alumínio Poli I e II, pasta diamantada Ultralap, pontas de acabamento Enhance, pontas de borracha Politip, pontas diamantadas finas e extra-finas e brocas de aço carbide de 30 lâminas, todas de acordo com as instruções do fabricante. Após o procedimento de polimento, mensurou-se a rugosidade superficial das amostras através da utilização de um perfilômetro, e, imersos em azul de metileno a 2% por 24 horas. Então, procedeu-se a análise espectrofotométrica da cor. Os resultados foram estatisticamente analisados, onde encontrou-se diferenças significativas para a rugosidade e manchamento superficial registrados, com interação entre os tipos de resina composta e o tipo de sistema de acabamento utilizado. Não foi encontrada correlação entre a rugosidade superficial e susceptibilidade ao manchamento. Porém, isso não sugere que superfícies mais lisas sejam mais resistentes ao manchamento. Especula-se que o manchamento de uma resina composta é fortemente influenciado pelos monômeros e partículas de cargas inorgânicas próprios de cada material.

Patel et al. (2004) avaliaram a estabilidade de cor de materiais resinosos com o uso de três diferentes tratamentos de acabamento superficial. Após a confecção de 50 corpos-de-prova de resinas compostas com carga inorgânica e 54 corpos-de-prova de resinas compostas sem carga, os mesmos foram divididos em três grupos, de acordo com o polimento recebido:

discos de óxido de alumínio de 1µm; disco diamantado de 15 µm; e nenhum tratamento (apenas tira de poliéster). Os corpos-de-prova foram imersos em água por dois dias e, então, imersos em café, bebida de cola ou vinho tinto por mais sete dias a 37°C. As análises de cor foram realizadas através de um colorímetro triestimulado nos seguintes tempos: antes das imersões; após um e dois dias em água; e após um, dois, três e sete dias de imersão nas soluções. Grande parte das alterações de cor ocorreu entre o segundo dia em água e o sétimo dia em solução pigmentante. A análise estatística mostrou que o acabamento superficial e a solução de imersão influenciaram significativamente a mudança total de cor (ΔE), e houve interações entre o acabamento superficial e o tipo de solução de imersão, para ambos os materiais estudados. As resinas compostas com carga inorgânica geralmente exibiram maiores variações de cor do que aquelas sem carga inorgânica. O acabamento com a tira de poliéster exibiu a maior alteração de cor, enquanto que o acabamento com o disco diamantado mostrou os melhores resultados. Quanto aos meios de imersão, o vinho causou a maior variação na de cor para ambos os materiais; o café e a bebida à base de cola resultaram nas menores alterações para as amostras de resinas com carga e resinas sem carga, respectivamente. Baseados nestes resultados, os autores concluíram que tanto os acabamentos superficiais quanto os meios de imersão afetam significativamente o manchamento superficial de resinas compostas (materiais resinosos), sendo que a tira de poliéster e o vinho tinto produziram os piores resultados.

A influência da unidade polimerizadora, bem como o tempo e intensidade de polimerização sobre a alteração de cor da resina composta também foram objetos de estudo. Domingues et al. (2002) avaliaram a influência da intensidade de luz dos fotopolimerizadores sobre o manchamento de resinas compostas, submetidas a soluções pigmentantes. As fontes de luz empregadas foram Heliomat II, Optilux e Curing Light XL 1500, com intensidade de 100, 750 e 600mW/cm², respectivamente. Os espécimes da resina HerculiteXRV, na cor A1 para esmalte foram confeccionados e imersos em café, chá-mate, Coca-Cola[®] ou água destilada (grupo controle), durante 15 dias. A avaliação da cor foi realizada através de espectrofotômetro com comprimento de onda de 460nm. Os autores concluíram que existe influência da intensidade de luz no manchamento da resina composta devido aos diferentes sistemas de polimerização.

Janda et. al. (2004) avaliaram a influência de dois tipos de aparelhos polimerizadores (luz halógena e arco de plasma) e diferentes tempos de polimerização nos valores de amarelo (valor-b) de materiais resinosos, após o envelhecimento artificial. Foram confeccionadas oito

amostras para cada grupo (10mm de diâmetro por 1mm de espessura) de cada material (Charisma, Durafill, Definite e Dyract) que foram polimerizadas com luz halógena (Translux Energy) por 20s, 40s ou 60s e com arco de plasma (Apollo 95-E) por 3s, 10s ou 20s. Após a polimerização, as amostras foram armazenadas em ambiente escuro e seco por 90min e então foi realizada a primeira mensuração de cor por meio de um espectrofotômetro. Foi realizado, então, o envelhecimento artificial por 24 horas, e depois, nova leitura de cor foi realizada. Todos os valores de cor foram mensurados e calculados de acordo com o sistema CIE-Lab. Portanto, antes e depois do envelhecimento, os valores de amarelo (valores-b) foram determinados e sua variação (Δb) foi calculada. Quando polimerizados com a lâmpada halógena por 20s e 40s segundos, os materiais Charisma, Durafill e Dyract revelaram valores de Δb negativos. O valor-b do material *Definite* permaneceu praticamente constante. Quando polimerizados por 60 segundos, materiais *Durafill* e *Definite* tornaram-se mais amarelos do que outros dois materiais estudados. Quando polimerizados pelo arco de plasma, todos os materiais sofreram um intenso processo clareador após o envelhecimento (Δb significativamente negativo). Concluiu-se, então, que a alteração dos valores de amarelo destes materiais depende do tipo de luz polimerizadora usada e do tempo de polimerização. A luz halógena forneceu resultados significativamente superiores, o que levou os autores a concluir que a estabilidade de cor de materiais polimerizados com arco de plasma não é aceitável.

Em 2007, Yázici et. al pesquisaram o efeito de duas diferentes fontes de luz (lâmpada halógena convencional e LED) e três meios de imersão (café, chá e água destilada) sobre a estabilidade de cor de uma resina composta híbrida e uma nanoparticulada. Foram fabricados trinta espécimes em forma de disco (10 mm de diâmetro, 2 mm de espessura) para cada um dos compósitos de resina, Clearfil AP-X e Filtek Supreme. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em dois grupos de acordo com a unidade de cura utilizada: os espécimes do grupo I (n=15) foram curados com uma luz halógena por 40 segundos e os espécimes do grupo II (n=15) foram polimerizados com uma unidade de LED, no modo padrão por 40 segundos. Os espécimes foram incubados em 100% de umidade a 37°C durante 24 horas. Então, os valores de cor inicial (L^* , a^* , b^*) de cada amostra foram medidos com um espectrofotômetro de acordo com a escala de cores CIE-Lab. Posteriormente, cinco espécimes selecionados aleatoriamente de cada grupo (Grupos I e II) foram imersos em uma das duas soluções de coloração (chá ou café) ou água destilada (controle). Após 1, 7 e 30 dias de imersão, os valores de cor de cada espécime foram remensurados e o valor de mudança de cor

(ΔE^*ab) foi calculado. As alterações de cor causadas pela imersão em chá e café durante 30 dias foram apenas perceptíveis nos espécimes Clearfil AP-X, independente da unidade de cura. Nos espécimes Filtek Supreme, o café modificou a cor dos espécimes após todos os períodos de imersão e no caso do chá, o manchamento foi causado após 30 dias de imersão. A polimerização com luz halógena ou LED não causou diferença significativa na estabilidade da cor de Clearfil AP-X ou Filtek Supreme. Embora não houvesse diferenças significativas entre as soluções de coloração nos espécimes Clearfil AP-X curados com LED após um e sete dias de armazenamento e um dia de armazenamento nos espécimes curados Luz Halógena, observaram-se diferenças significativas entre água e café após sete dias de armazenamento. Nos espécimes Filtek Supreme curados com luz halógena ou LED, houve diferenças estatisticamente significativas entre as soluções de coloração após um e sete dias de armazenamento. Após 30 dias de armazenamento, não foi encontrada diferença significativa entre o chá e o café em qualquer resina composta curada com luz halógena ou LED. Com isto, os autores concluíram que o efeito da solução de imersão sobre a alteração de cor da resina composta foi dependente do tempo de imersão e do material analisado.

As melhorias na formulação de compósitos resinosos com o advento da nanotecnologia gerou pesquisas que investigaram sua influência sobre a estabilidade de cor. Erdemir et. al. (2012), compararam os efeitos de três bebidas esportivas na estabilidade de cor de duas resinas nanoparticuladas e dois compósitos microhíbridos após períodos de 1 e 6 meses. Neste experimento, 28 discos foram feitos de quatro resinas compostas (Clearfil Majesty posterior, Filtek Supreme, Clearfil APX, e Z250). Todas as amostras foram armazenadas em água destilada durante 24 horas a 37°C. Em seguida, os valores de linha de base de cor ($L^*a^*b^*$) de cada amostra foi medido utilizando espectrofotômetro de acordo com o sistema CIE-Lab. Sete amostras escolhidas aleatoriamente de cada material foram imersas em uma das três bebidas (Powerade, Red Bull e Burn) ou água destilada por 1 e 6 meses. Após cada imersão, os valores de cores de cada amostra foram medidos novamente, e foi calculado o valor da alteração de cor (ΔE). Os dados foram avaliados utilizando o teste de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. Os resultados demonstraram que as resinas compostas apresentaram alterações de cor ao longo dos períodos de avaliação de 6 meses. No primeiro mês foi observado o mais alto nível de mudança de cor na amostra Clearfil APX imersos em Burn ($p < 0,01$). Clearfil Majesty Posterior mostrou menor descoloração após 6 meses ($p < 0,001$). Independente do material testado, Burn resultou no mais alto nível de descoloração após ambos os períodos de imersão ($p < 0,01$). No entanto, todas as soluções estudadas

proporcionaram maior descoloração do que o nível clinicamente aceitável de limiar (AE <3,3) durante o período de avaliação de 6 meses. Com isso, os autores concluíram que o efeito de cada solução testada na estabilidade de cor dos materiais compósitos estudados dependia do tipo de solução, do tempo de exposição e da composição do material.

Andrade et al. (2014) investigaram o efeito de soluções corantes na microdureza e mudança de cor de uma resina composta nanoparticulada, previamente tratada com agentes clareadores. Um total de 135 discos foram confeccionados com a resina nanoparticulada Filtek Supreme e, em seguida, divididos em três grupos a serem tratadas com peróxido de carbamida à 10% ou 16 % ou peróxido de hidrogênio à 35%. Após branqueamento, as amostras dentro de cada grupo foram divididas em três grupos para serem imersas em café, vinho tinto ou água destilada. A microdureza e cor foram monitoradas no início do estudo, após o clareamento e após a coloração. Análise de variância apresentou valores de microdureza mais baixos quando o compósito foi clareado com Peróxido de Hidrogênio ($p < 0,0001$). Amostras imersas no vinho tinto e café apresentaram valores de microdureza mais baixos do que aquelas imersas em água destilada, independentemente do agente clareador ao qual foram anteriormente expostos. O compósito clareado com peróxido de hidrogênio sofreu menor escurecimento ($p < 0,0500$). Os compósitos apresentavam-se mais escuros após imersão em vinho tinto e café, independentemente do agente clareador.

Manso (2014) quantificou a alteração de cor e a degradação de superfície de duas resinas compostas, uma nanoparticulada e uma microhíbrida, utilizadas em restaurações diretas após imersão em diferentes colutórios. Foram confeccionadas 60 amostras, com 10mm de diâmetro por 2 mm de espessura, de cada resina composta: uma nanoparticulada Filtek™ Supreme XTE (3M ESPE – Minnesota, USA) e outra microhíbrida Filtek™ Z250 (3M ESPE – Minnesota, USA). As amostras foram subdivididas em grupos e sujeitas a uma imersão diária com agitação no Vórtex, cinco vezes por semana durante 3 semanas em diferentes soluções: água destilada (grupo de controle), Bexident, Hextril Menta, Listerine Dentes&Gengivas, Oral-B Complete e Periogard. No período entre as imersões as amostras foram armazenadas em água destilada numa estufa a 37°C. Após as imersões, as amostras foram analisadas com espectrofotômetro. A alteração de cor foi calculada através do sistema CIE-Lab. Posteriormente, selecionaram-se 3 amostras aleatórias de cada grupo para analisar a degradação da superfície com Scanning Electron Microscope (SEM). Os resultados obtidos pela análise com espectrofotômetro foram tratados estatisticamente pelo software SPSS, através de estatística descritiva e comparativa (Teste ANOVA One-way e t de Student), com

nível de significância de 5%. A imersão das resinas compostas nos diferentes colutórios provocou degradação superficial e alteração de cor mais evidentes na Resina Composta Filtek™ Supreme XTE. O colutório Hextril foi o responsável pela maior degradação superficial em ambas as Resinas Compostas, enquanto o colutório Oral-B demonstrou causar variações de cor significativas na Resina Filtek™ Supreme XTE. Concluindo, então, que as resinas compostas sofrem alterações de morfologia e de cor quando expostas à ação de diferentes colutórios, e que a intensidade das alterações varia consoante a composição das resinas compostas e das soluções de bochecho.

Prodan et. al (2015) avaliaram a estabilidade de cor em relação à opacidade do nanocompósito Filtek final imergindo as amostras em diferentes soluções corantes naturais e artificiais. 80 discos na cor A1E, A1B, A1 e esmalte opaco (WE) do nanocompósito Filtek final foram imersos em soluções de coloração alaranjada, amaranço, café, chá e saliva artificial. Coordenadas (CIE) $L^*a^*b^*$ foram analisadas antes e após imersão nas 4, 6, 12, 24 h e 7 dias. Teste two-way ANOVA foi usado para medidas repetidas para avaliar o efeito do tempo de imersão, soluções de coloração e materiais em parâmetros CIE $L^*a^*b^*$, parâmetro de translucidez (TP) e diferença de cor (ΔE^*). Para comparações pareadas foi utilizado Bonferroni entre soluções e materiais de coloração. A diferença de cor (ΔE^*) após 7 dias de imersão em solução de coloração variou entre 0,9 e 15,8. A maior ΔE^* -7 dias foi para WE, seguido por A1E, A1B, e A1D (para todas soluções de imersão exceto café). Houve diferenças entre soluções de coloração para mudanças de cores induzidas. O café induziu diferenças de cor mais pronunciadas. Alaranjado, amaranço e saliva artificial apresentaram comportamento semelhante no tempo para todos materiais testados. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as várias opacidades de Filtek final em relação à ΔE^* , TP, ΔL^* e Δb^* . Δa^* foi significativamente afetada pelo tipo de material.

2.2 Métodos de avaliação da estabilidade de cor

O grau de manchamento de um material pode ser avaliado visualmente ou por metodologias específicas. As técnicas visuais são realizadas por meio de comparações subjetivas utilizando escalas de cor. Em contrapartida, os métodos instrumentais, geram uma descrição numérica dos parâmetros da cor, oferecendo medidas quantificáveis e objetivas (JOINER, 2004; JARAD; RUSSEL; MOSS, 2005).

Em 1981, Asmussen avaliou a relevância clínica dos testes de estabilidade de cor para resinas compostas, procurando um teste de envelhecimento artificial que pudesse ser clinicamente aceitável. O autor testou quinze marcas comerciais de resinas compostas, químico e fotopolimerizáveis, sob forma de corpos-de-prova com 15mm de diâmetro e 2mm de espessura, polimerizadas conforme orientação do fabricante. Os corpos-de-prova foram polidos com lixa de papel de carborundum número 1000 e armazenados em água a 37°C por seis dias. Realizou-se a medição inicial com colorímetro Hunterlab D-25, utilizando iluminante C e obtendo valores de coordenadas L^* , a^* e b^* . Eles foram imersos em água desmineralizada em temperaturas de 37°C, 50°C, 60°C e 70°C, com livre acesso de ar através de um furo nos contêineres e sem exposição a luz. Uma vez ao mês, os corpos-de-prova foram removidos da água, escovados com escova macia para remover quaisquer bactérias ou fungos presentes, secados e tiveram sua cor medida. A alteração de cor foi calculada pela fórmula $\Delta E = (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2$, na qual ΔL^* , Δa^* e Δb^* representam a mudança no eixo L, a e b respectivamente. Como regra, os espécimes ficaram mais escuros, mais vermelhos e mais amarelos. Os resultados de alteração de cor obtidos pelo armazenamento em água com temperatura de 37°C após doze meses foi correlato ao armazenamento em água 50°C por dois meses ou ao armazenamento em água 60°C ou 70°C por um mês. O maior coeficiente de correlação foi obtido com armazenamento por um mês em água desmineralizada em temperatura controlada de 60°C \pm 1°C, podendo ser clinicamente relevante para teste de estabilidade de cor de resinas compostas restauradoras.

A maior parte das investigações científicas sobre a cor em Odontologia utilizam o CIE, um sistema desenvolvido pela Commission Internationale de L'Eclairage em 1978. O espaço de cor CIE-Lab (figura 1) fornece uma percepção tridimensional da cor, nele a cor é expressa em coordenadas matemáticas representadas pelas letras L^* , a^* e b^* .

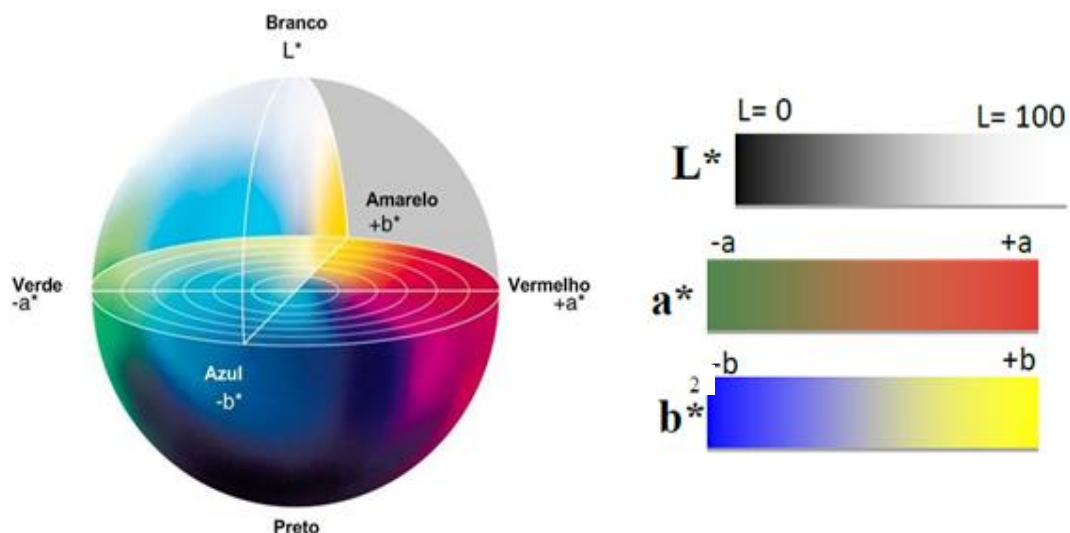


Figura 1. Espaço CIE-Lab de cor. Fonte: Carlos, 2013.

A coordenada L^* representa a luminosidade do objeto e assume valores de 0 a 100, e as coordenadas a^* e b^* expressam cromaticidade, indicando a direção da cor. A coordenada a^* representa o eixo que se estende de verde ($-a^*$) a vermelho ($+a^*$) e a coordenada b^* compreende o eixo de azul ($-b^*$) a amarelo ($+b^*$). O centro é acromático, à medida que os valores de a^* e b^* se afastam do centro, a saturação da cor aumenta. As alterações totais de cor podem ser obtidas calculando primeiro as diferenças entre as coordenadas cromáticas e de luminosidade, e relacionando posteriormente os mesmos valores, ou seja, $\Delta E^* = (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2$ (AHN e LEE, 2008; SIKRI, 2010). Segundo a literatura, valores de $\Delta E > 1$ são visualmente perceptíveis e valores de $\Delta E \geq 3,3$ são clinicamente inaceitáveis (MUNDIM, GARCIA e PIRES-DE-SOUZA, 2010; SAMRA et. al., 2008).

Atualmente existem 3 tipos de instrumentos para esta finalidade: espectrofotômetros, colorímetros e câmaras e sistemas de imagem digital. O espectrofotômetro encontra-se entre os instrumentos medidores de cor mais exatos, flexíveis e úteis neste campo. Baseia-se na medição da quantidade de energia luminosa refletida por um objeto em intervalos de 1-25nm ao longo do espectro visível e é constituído por uma fonte de radiação ótica, um meio de dispersão de luz, um sistema ótico de medição e um detector e meio de conversão da luz obtida num sinal que pode ser analisado (CHU; TRUSHKOWKY; PARAVINA, 2010). No entanto, tem como desvantagem o preço. O colorímetro mede, através de três estímulos, os valores da cor resultante da luz refletida que passa por um determinado objeto. Utiliza filtros de fotodiodo para controlar a luz que chega a esse objeto e posteriormente mede a luz refletida pelo mesmo através de um sensor. Tem como vantagens um preço inferior e uma maior facilidade de trabalho em relação aos espectrofotômetros, no entanto não é um método tão exato uma vez que pode ser afetado pelo metamerismo de um objeto e pelo envelhecimento dos seus filtros (KIM-PUSATERI et. al., 2009).

Outro método instrumental que tem sido proposto é a análise de fotografias digitais. Essas imagens são transferidas para um programa de computador, possibilitando aferir cada uma das três coordenadas numericamente e permitindo calcular as diferenças totais das cores (ΔE) dos valores obtidos.

Por tratar-se de um método simples e rápido, onde os dados são gravados e interpretado facilmente, e o equipamento é de fácil operação e manutenção, a fotografia tem sido utilizadas em diversas finalidades, tais como: comunicação entre profissionais da mesma área, planejamento e diagnóstico, registros de formato, cor e textura de dentes, auxílio na escolha de cor de uma restauração, análise de proporção áurea, percepção de detalhes,

registros assimétricos faciais, documentação e avaliação de tratamentos realizados no dia a dia clínico, marketing, orientação aos pacientes e elucidação de um requerimento legal. Nos últimos anos também tem sido utilizada como instrumento de avaliação de cor em pesquisas sobre a estabilidade de cor dos materiais dentários (MASIOLI, 2010, CHU et al., 2012).

Omata et. al (2006) comparou os efeitos da coloração de três bebidas em uma resina composta híbrida. A escovação como forma de prevenção a coloração também foi investigada, bem como a influência combinada de ambas as bebidas com a clorexidina. Espécimes de 10mm de diâmetro e 5mm de espessura foram confeccionados, colocados em saliva artificial ou água destilada durante 17 horas, e posteriormente imersos nas soluções-teste (chá, vinho e café) e água destilada ou saliva artificial (controle) por 7 horas (constituindo um ciclo de 24h), repetidos durante 1, 2 e 4 semanas. A escovação foi realizada na metade dos espécimes por 10s após o ciclo de 24h. Para testar o efeito químico dos agentes anti-placa na coloração por bebidas, os espécimes foram imersos em clorhexidina 0,2% durante 10min após a exposição as bebidas. No final do procedimento de coloração, todos os espécimes foram lavados com água, secos e fotografados digitalmente (Camedia C-2000 Zoom, Olympus, Japão) em condições padronizadas, após uma, duas e quatro semanas. As imagens digitais da superfície da resina composta foram analisadas em modo escala de cinza com um analisador de imagem. O vinho causou a coloração mais grave, seguido do chá e café. Após quatro semanas de imersão, a escovação diminuiu a coloração superficial causada pelo vinho. Já a clorhexidina aumentou o efeito de coloração do chá e do café ($p < 0,05$) quando comparado aos espécimes de controle. Com isto os autores mostraram que as bebidas comuns manchavam o composto dental, mas cada um por um mecanismo específico que dependia de condições externas, como a presença de clorhexidina.

Silva et. al. (2009) avaliaram *in vitro* a estabilidade da cor das resinas compostas quando expostas a bebidas com alto teor de corantes da região amazônica. Foram feitas 240 amostras de quatro marcas de resinas compostas (Natural Look, Z350, 4Seasons e Opallis), cor A3, com o auxílio de uma matriz acrílica. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37 ° C durante 24 horas. A cor inicial (T0) foi registrada usando uma câmera Canon EOS Rebel XTi 10 mp, montada em um suporte estável dedicado para padronizar o registro de cores a uma distância focal de 30 cm. Em seguida, as amostras foram divididas em quatro grupos (n = 15): G1 (café), G2 (suco de açaí), G3 (guaraná energético) e G4 (controle - água destilada). As amostras foram submetidas às soluções desmineralizantes (DES) por 6h e remineralizante (RE) por 18h e colocadas em banho-maria, sob constante agitação, à

temperatura de 37°C durante 30 dias. Diariamente os corpos de prova foram imersos nas soluções corantes durante 15 minutos. Após 7, 15 e 30 dias realizaram-se novos registros fotográficos (T1, T2 e T3). As imagens foram analisadas usando o software Corel PHOTO-PAINT 12 para identificar as cores através do sistema HSB. Os testes de Kruskal-Wallis e t ($p < 0,05$) demonstraram diferenças significativas na cor (matiz, saturação e brilho). Os resultados revelaram que nenhum dos compósitos testados mostrou estabilidade de cor quando exposto a soluções corantes, e que as bebidas da região amazônica (suco de açaí e guaraná energético) se mostraram menos colorantes do que o café.

Polli, Borges e Arossi (2014) avaliaram o grau de manchamento de uma resina composta microhíbrida após acabamento, polimento e imersão em bebidas corantes. Foram confeccionadas 45 amostras e divididas em três grupos de acordo com o tipo de tratamento superficial: grupo Controle, sem tratamento superficial; grupo Discos, discos de óxido de alumínio e grupo Lixa, lixa granulação 100. Cada grupo ficou constituído por 5 amostras, as quais foram imersas em chimarrão, vinho tinto ou água por 30 dias. Foram então obtidas fotografias digitais em triplicata no interior de uma câmera escura, utilizando a câmera digital Canon DS 126151 (Canon Inc., Ota, Tóquio, Japão) ISO I600, M 1-100 F 16, lente macro com flash circular, fixada por um tripé, localizada verticalmente as amostras em uma distância de 20 cm. As imagens foram armazenadas em formato JPEG e analisadas pelo software Adobe Photoshop CS3 (Adobe System Inc., San José, Califórnia, Estados Unidos). Utilizando o histograma estendido, se quantificou a variação de cor RGB da superfície das amostras. Esse sistema mede cada pixel da imagem selecionada e atribui um valor numérico final para RGB, sendo que quanto maior o valor RGB obtido mais clara é a superfície da amostra. O teste estatístico utilizado foi ANOVA/Tukey ($p \leq 0,05$). O maior manchamento foi proporcionado pelo vinho tinto no grupo Lixa; o grupo Discos se mostrou mais eficiente para reduzir o manchamento. Ao final do estudo concluiu-se que os discos de óxido de alumínio proporcionam uma superfície resistente ao manchamento, e quanto a metodologia empregada na pesquisa, esta permitiu uma quantificação intensa e padronizada da variação da cor.

Estando o sucesso de uma restauração estética dependente, dentre outros fatores, de imitar as estruturas dentárias, e isto diretamente relacionado ao alinhamento da cor e estabilidade de cor do material utilizado na restauração, o presente estudo tem papel fundamental para a compreensão do comportamento das resinas compostas frente a estes desafios.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar *in vitro* a estabilidade de cor de quatro resinas compostas de inserção direta, com diferentes composições, imersas em quatro soluções corantes por até 90 dias.

3.2 Específicos

- Avaliar a influência do chá verde, vinho tinto, bebida energética e água destilada (grupo controle) na estabilidade de cor de quatro resinas compostas utilizadas em restaurações anteriores e posteriores;
- Analisar a influência do período de exposição (30, 60 e 90 dias) às substâncias na estabilidade de cor dos materiais estudados.

4. HIPÓTESES

H_0 - as soluções-teste não alteram a estabilidade de cor das resinas compostas avaliadas;

H_1 - o tempo de imersão não altera a estabilidade de cor das resinas compostas nas soluções utilizadas para armazenamento;

H_2 - resinas compostas com menor contração de polimerização (Filtek One Bulk Fill (3M Oral Care)) e Opus Bulk Fill (FGM)) não sofrem padrões diferentes de alterações em sua cor quando comparadas à resinas convencionais (Filtek Z350 XT (3M) e Vittra APS (FGM)).

5. MATERIAIS E MÉTODO

5.1 DESENHO DO ESTUDO

Estudo básico, quantitativo, explicativo e experimental *in vitro* controlado.

5.2 CASUÍSTICA

Por meio do programa estatístico BioEstat versão 5.3, foi calculado o número mínimo de 7 repetições para cada variável, para se obter uma distribuição com erro razoável, para uma análise estatística no intervalo de 5% de significância. Este projeto foi delineado com três fatores de variação composto por 4 grupos com 8 repetições cada.

5.3 DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS UTILIZADOS

5.3.1 Resina Composta

Foram avaliadas quanto à estabilidade de cor as seguintes resinas compostas nanoparticuladas: Filtek Z350 XT (3M Oral Care) e Vittra APS (FGM), indicadas para restaurações diretas de dentes anteriores e posteriores; Filtek One Bulk Fill (3M Oral Care) e Opus Bulk Fill (FGM), indicadas para restaurações diretas apenas para dentes posteriores, utilizadas em incrementos de até 5,0mm.

Tabela 1. Apresentação das resinas composta utilizadas no estudo (Filtek Z350 XT; Filtek One Bulk Fill; Vittra APS e Opus Bulk Fill).

| Nome/Marca comercial (n° lote) | Cor | Classificação | Incremento (mm) Fotopolimerização (s) | Indicação | Composição |
|---|-----|-----------------|--|---------------------------------|--|
| Filtek Z350XT/3M Oral Care (922374) | EA2 | Nanoparticulada | 2mm 20s | dentes anteriores e posteriores | Monômeros de Bis-GMA, UDMA, TEGDMA e Bis-EMA; Partículas de sílica (20nm) e zircônia (4-11nm), conteúdo inorgânico representa 78,5% em peso (63,3% vol.). |
| Filtek One Bulk Fill/3M Oral Care (N920870) | A2 | Nanoparticulada | até 5mm 20s | dentes posteriores | Monômeros de AUDMA, AFM, DDDMA, UDMA e 1, 2-dod/ecano-DMA; Partículas de zircônia (4-11nm) e Sílica (20nm), trifluoreto de itérbio (100nm), conteúdo Inorgânico representa 76,5% em peso (58,5% vol.). |
| Vittra APS/FGM (051216) | EA2 | Nanoparticulada | 2mm 20s | dentes anteriores e posteriores | Monômeros de TEGDMA, UDMA; Partículas de silicato De zircônia (200nm), conteúdo inorgânico representa 72% a 82% em peso (52% a 60% em vol.) |
| Opus Bulk Fill/FGM (241017) | A2 | Nanoparticulada | até 5mm 40s | dentes posteriores | Monômeros uretanadimetacrílicos; Partículas de sílica |

A cor escolhida foi a A2 da escala VITA para esmalte, devido a frequência com que é selecionada e pela maior susceptibilidade ao manchamento demonstrada em estudos anteriores ao se utilizar cores mais claras (HOFFMAN et. al, 2000; YAP et. al., 2001; TANTHANUCH, S. et. al., 2016).



Figura 2. Resina composta Filtek Z350XT (3M Oral Care).



Figura 3. Resina composta Filtek One Bulk Fill (3M Oral Care).



Figura 4. Resina composta Vitra APS (FGM).



Figura 5. Resina composta Opus Bulk Fill (FGM).

As resinas compostas foram divididas em quatro grupos (ZXT – Filtek Z350 XT; BFO- Filtek One Bulk Fill; APS – Vittra APS; OBF – Opus Bulk Fill) e subdivididas em quatro subgrupos de acordo com o meio de imersão, como demonstrado no quadro abaixo (1).

Quadro 1. Divisão dos espécimes de acordo com o tipo de resina composta e meio de imersão.

| Grupos | Subgrupos |
|---------------------------|---|
| ZXT – Filtek Z350 XT | I – água destilada; II – chá verde; III – energético; IV – vinho tinto |
| BFO- Filtek Bulk Fill One | I – água destilada; II – chá verde; III – energético; IV – vinho tinto |
| APS – Vittra APS | I – água destilada; II – chá verde; III – energético; IV – vinho tinto |
| OBF – Opus Bulk Fill | I – água destilada; II – chá verde; III – energético; IV – vinho tinto |

5.3.2 Meios de imersão

Diante da grande variedade de bebidas disponíveis no mercado, foram escolhidas para este estudo as que apresentam uma frequência de consumo consideravelmente alta: Chá verde Feel Good, vinho tinto Chalise e energético Redbull Energy Drink. A água destilada Asfer foi utilizada com a finalidade de compor o grupo controle (Figura 6).



Figura 6. Imagem ilustrativa das soluções de imersão utilizadas neste estudo.

5.3.3 Confeção da matriz de silicone

Foram elaboradas matrizes de silicone de adição pesado SCAN PUTTY (Ylller), manipulado segundo as recomendações do fabricante e inseridos entre duas placas de vidro, com um espaço entre estas de 4,0mm de espessura (conseguido por meio da inserção de lâminas de cera 7 nas duas extremidades laterais da placa inferior), confirmado com o uso de uma lima e régua endodôntica (Figuras 7 a 10). Após decorrido o tempo de presa do material de moldagem, através do uso da tampa protetora de uma agulha curta descartável, foi obtido o diâmetro dos espécimes, padronizados em 8,0mm de diâmetro X 4,0mm de espessura (Figuras 11 a 14b).

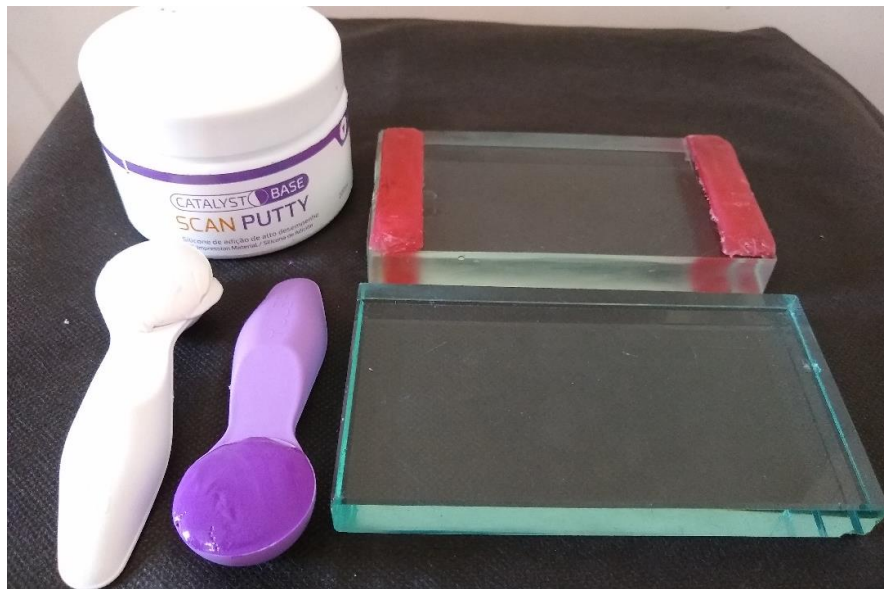


Figura 7. Silicone de adição pesado SCAN PUTTY (Ylller) e placa de vidro com as lâminas de cera 7 devidamente fixadas em suas extremidades.

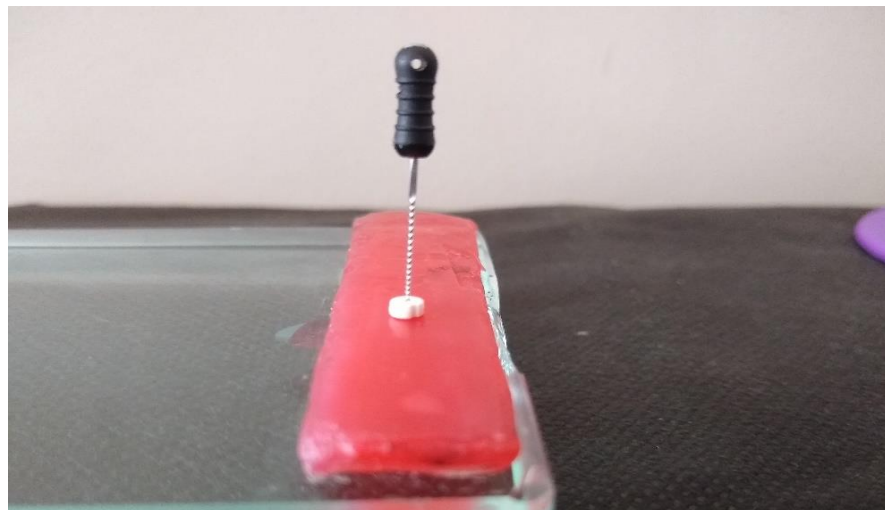


Figura 8. Utilização de uma lima endodôntica Tipo K a fim de medir exatos 4 mm de espessura da lâmina de cera 7 necessários para a confecção da matriz de silicone.

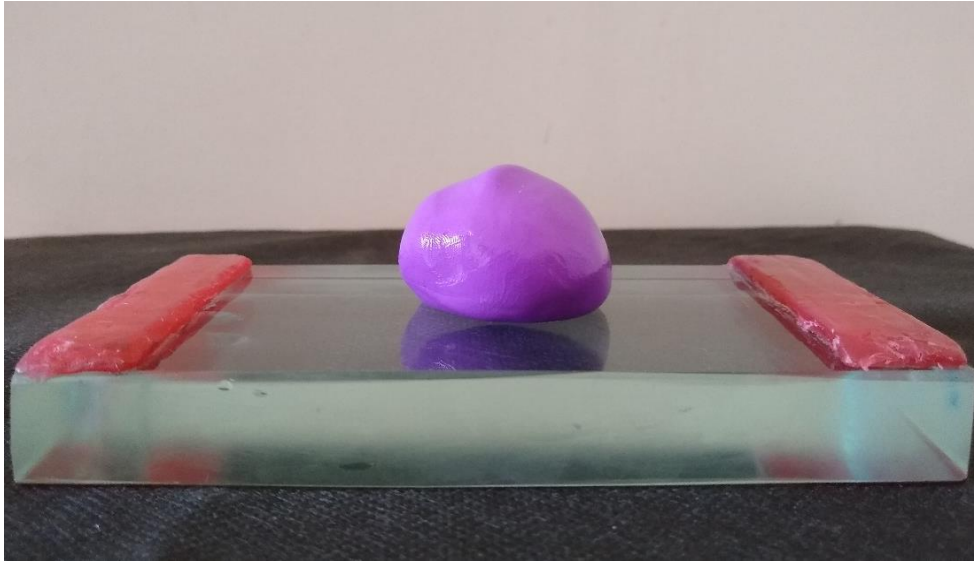


Figura 9. Silicone de adição após manipulação inserido na placa de vidro.

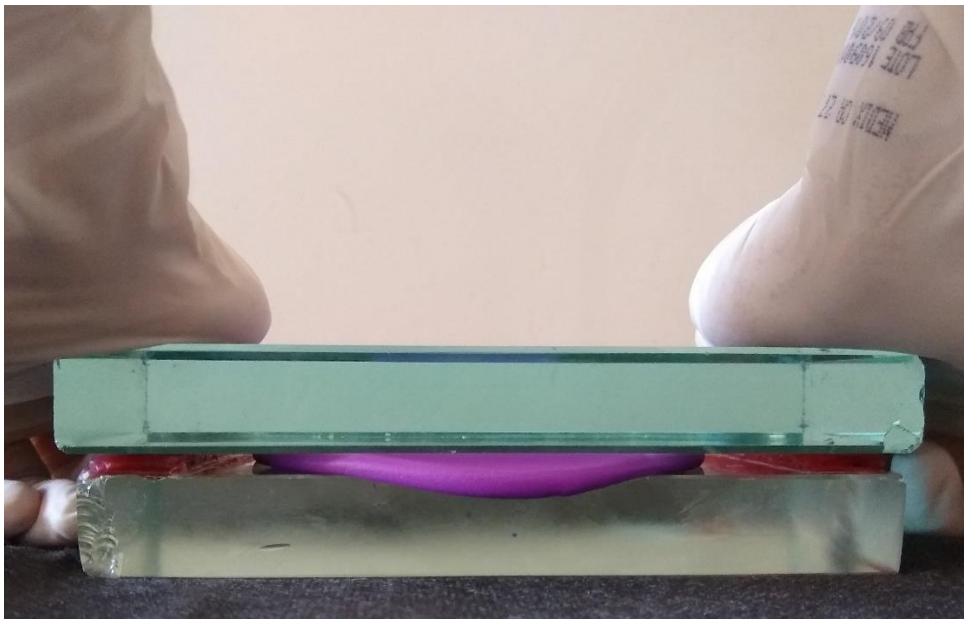


Figura 10. Compressão total do silicone até a placa de vidro atingir o mesmo nível do stop (lâmina de cera 7); e extravasamento do material.

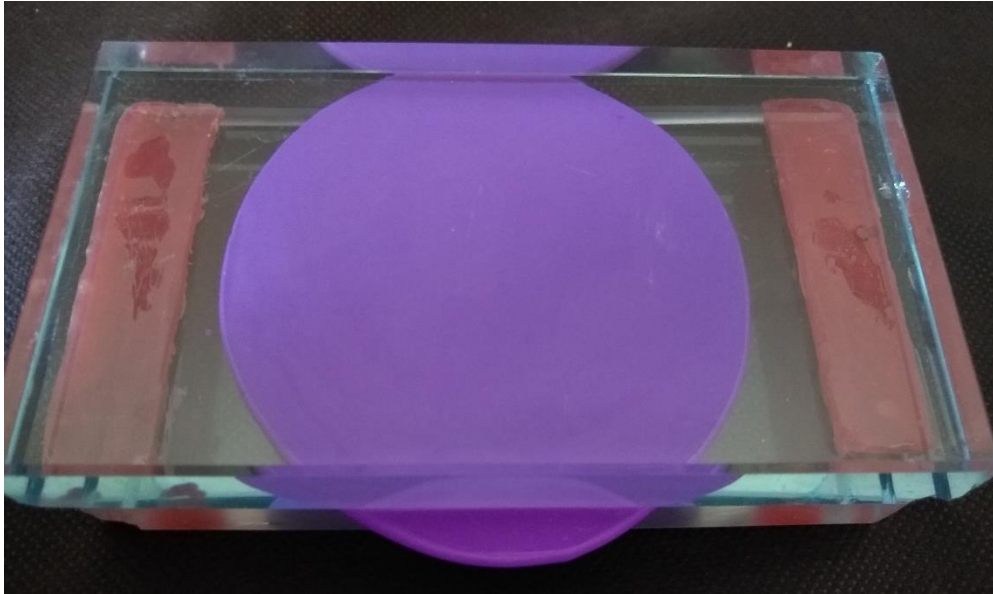


Figura 11: Aspecto da matriz de silicone decorrido tempo de presa.



Figura 12. Posicionamento da tampa da agulha sobre a matriz de silicone.



Figura 13. Aspecto final da matriz de silicone para obtenção dos espécimes de resina composta.

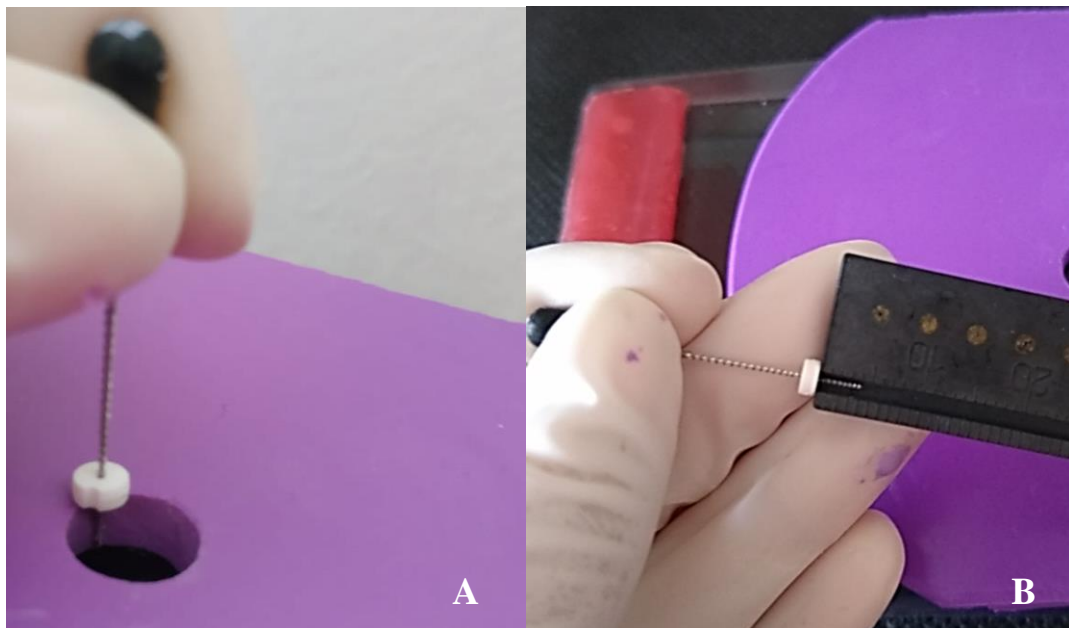


Figura 14 (a,b). Uso de uma lima endodôntica Tipo K(40) e régua endodôntica para confirmar os 4,0 mm de espessura.

5.3.4 Confeção dos corpos-de-prova

Foram confeccionados 128 (n=128) corpos-de-prova das resinas compostas, sendo 32 espécimes para cada material restaurador. Os espécimes de resina composta convencional foram confeccionados através da técnica incremental, com incrementos de no máximo 2,0mm de espessura máximo, e os incrementos das resinas compostas Filtek One Bulk Fill e Opus

Bulk Fill possuíam 4,0mm de espessura. Em seguida foi realizada a fotopolimerização com luz de comprimento de onda de 450nm (azul), intensidade de 1.200 Mw/cm² (Radii-SDI), por 40s. O tempo de fotoativação utilizado foi o maior tempo recomendado dentre os fabricantes das resinas compostas estudadas (40 segundos), para que dessa forma fosse mantido um mesmo valor de densidade de energia para todas as resinas e impedindo, assim, que alguma das resinas fossem expostas a uma quantidade de energia inferior ao recomendado pelo fabricante, foram procedimentos preconizados com o intuito de evitar interferência nas variáveis.

Antes da fotopolimerização da última camada de resina composta convencional ou do incremento único, no caso das resinas compostas Bulk, foi inserida uma matriz de poliéster seguida de uma lâmina de microscópio, com o intuito de prevenir irregularidades, formação de bolhas no corpo-de-prova e evitar a formação de camadas de inibição de fotopolimerização em contato com O₂ (Figuras 15 e 16).

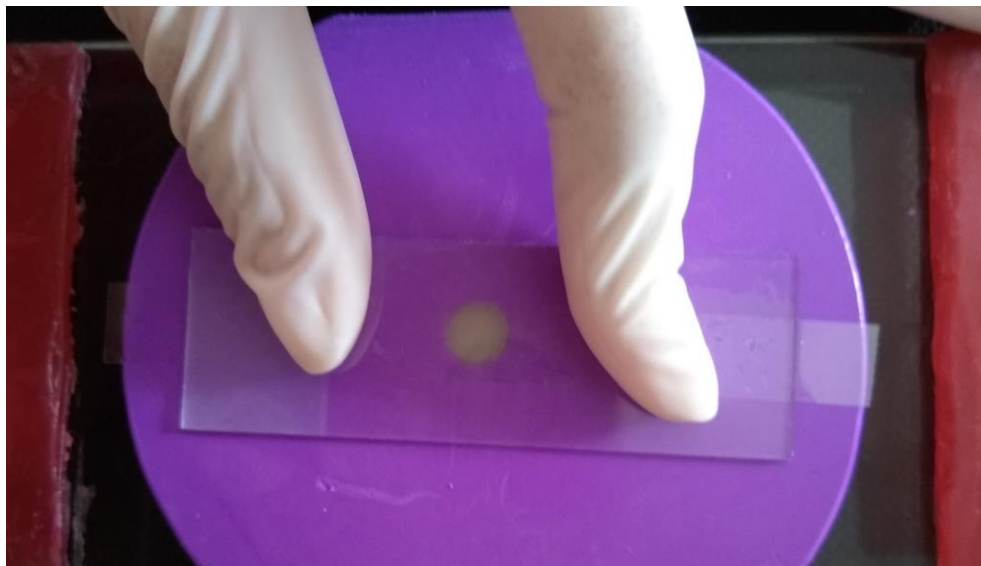


Figura 15. Aspecto do conjunto previamente à fotopolimerização final.

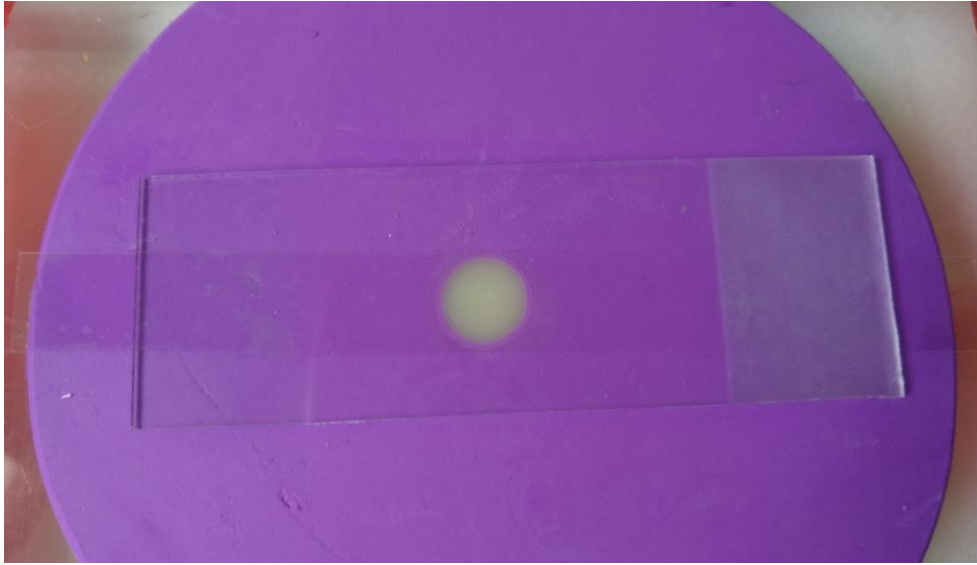


Figura 16. Aspecto do conjunto após a fotopolimerização final.

Após fotopolimerização, os espécimes de resina foram armazenados por 24 horas em água destilada a temperatura controlada de 37°C em incubadora para reidratação e conclusão da polimerização.

Após a conclusão da polimerização, os espécimes receberam acabamento e polimento com o sistema de discos para acabamento de resina composta (Diamond Pro - FGM) de granulação decrescente, e depois polidos com taças de borrachas e discos de feltro com pasta de polimento (FGM DIAMOND R granulação extra-fina). Cada espécime foi devidamente identificado e essa identificação foi feita na superfície do espécime não utilizada para avaliar a estabilidade de cor, através do uso de uma caneta de alta rotação e ponta esférica diamantada n.º 1011 de diâmetro.

5.3.5 Tratamento experimental

Os espécimes foram imersos em tubos eppendorf contendo 1,5mL das soluções-teste (chá verde, vinho tinto e energético) e o controle (água destilada). Estas soluções eram alteradas a cada 7 (sete) dias, para minimizar o crescimento bacteriano. Os espécimes permaneceram imersos nas soluções em estufa a 37°C.

5.3.6 Avaliação da alteração de cor

A fotografia tem como uma desvantagem a reflexão de luz e para minimizar possíveis interferências no valores de ΔE , as leituras foram realizadas em uma caixa com fundo preto, como indicado em trabalhos anteriores (TREVISAN et. al., 2018; ABREU, 2015). Com iluminação de lâmpada de luz do dia (temperatura de cor de 5.500°K) e com o uso de uma máquina fotográfica digital Canon EOS T5i com lentes macro de 100mm, $f/2.8$, foram obtidas imagens de cada espécime, que estavam posicionados em lugar predeterminado dentro da caixa, localizado bem abaixo da fonte de iluminação (Figura 17). As configurações da câmera foram velocidade de disparo em 1/50, foco manual e abertura de diafragma de 16. Quatro medições foram realizadas, a primeira após 24h em água destilada, para obtenção do registro da cor inicial (*baseline*) (t_0), e transcorrido 30 (t_1), 60 (t_2) e 90 (t_3) dias de imersão nas soluções-teste. A cada reavaliação, os espécimes foram removidos das soluções e enxaguados com água destilada. As lavagens antes das medições foram destinadas a remover manchas superficiais permitindo apenas a avaliação da mudança de cor intrínseca do material. Foram realizadas 128 fotografias em todos os tempos.



Figura 17. Caixa com iluminação luz do dia.

Posteriormente, as imagens foram importadas para o programa de análise de cor de imagem *mColorMeter*, versão 2.5.3 (Copyright@2010-2015D&O Inc.), que deu os valores da escala de cores CIE-Lab, onde os valores de $L^*a^*b^*$ foram registrados (Figura 18).

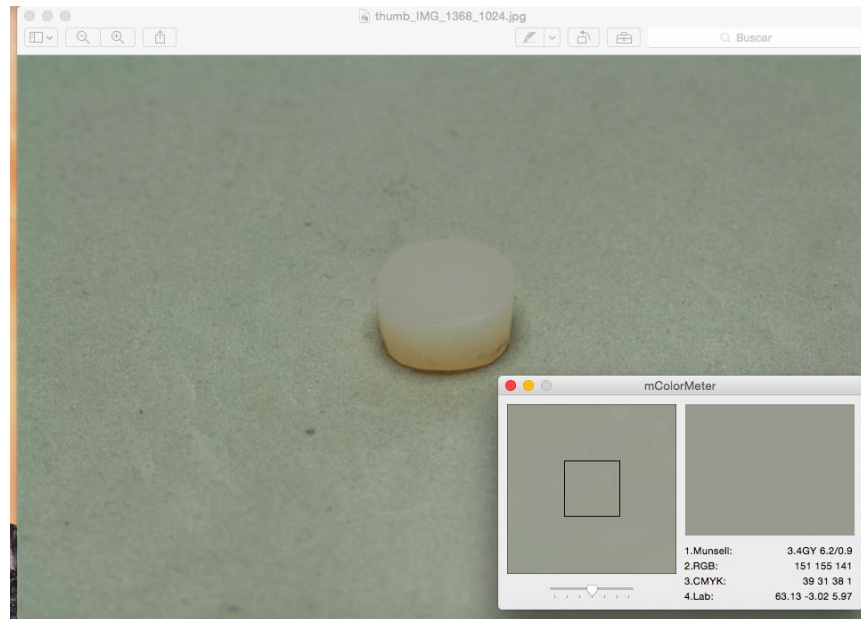


Figura 18. Leitura do espécime 5 da resina composta Opus Bulk Fill imerso em água destilada por 90 dias, utilizando o espaço CIELab de cor no programa *mColorMeter*.

A variação da cor total ΔE para cada amostra de espécime foi calculada utilizando a seguinte equação: $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$. Para chegar a esta equação foi necessário encontrar os valores de ΔL , Δa e Δb separadamente, a partir das seguintes equações, onde L_0 , a_0 e b_0 representam a cor inicial ou controle e L_1 , a_1 e b_1 a cor final;

:

$$\Delta L = L_1 - L_0 \quad (\Delta L > 0: \text{mais claro}; \Delta L < 0: \text{mais escuro})$$

$$\Delta a = a_1 - a_0 \quad (\Delta a > 0: \text{mais avermelhado}; \Delta a < 0: \text{mais esverdeado})$$

$$\Delta b = b_1 - b_0 \quad (\Delta b > 0: \text{mais amarelado}; \Delta b < 0: \text{mais azulado})$$

5.3.6.1 Análise dos dados

Para este estudo foram consideradas 3 variáveis independentes: material (resina composta: Filtek Z350 XT, Filtek Bulk Fill, Vittra APS e Opus Bulk Fill), solução de imersão (chá, vinho, energético e água destilada) e tempo de imersão (até 3 meses). Uma variável dependente foi coletada: alteração de cor. Os fatores material e solução de imersão foram considerados *between-subjects* e o tempo considerado como um fator de repetição (*within-subjects*).

O teste Shapiro-Wilk foi utilizado para avaliar a normalidade de todos os dados ($P < 0,05$) e o teste Levene confirmou a homogeneidade das variâncias para variável

dependente ($P < 0,05$). A análise de variância (ANOVA) de três fatores para medidas repetida foi utilizada para avaliar a influencia do material (resina composta) (fator 1, 3 níveis), solução de imersão (fator 2, 3 níveis) e tempo (3 níveis para alteração de cor). O software estatístico IBM SPSS Statistics v20,0; IBM Corp. foi utilizado e um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$) aplicado para todas as análises. Valores de $\Delta E \leq 3.3$ foram considerados valores clinicamente aceitáveis.

6. RESULTADOS

Por meio da análise das imagens digitais e uso do espaço CIE-Lab de cor foi possível quantificar a alteração de cor sofrida pelas resinas compostas estudadas, após imersão nas soluções-teste, já observadas nas fotografias (Figuras 19, 20 e 21).

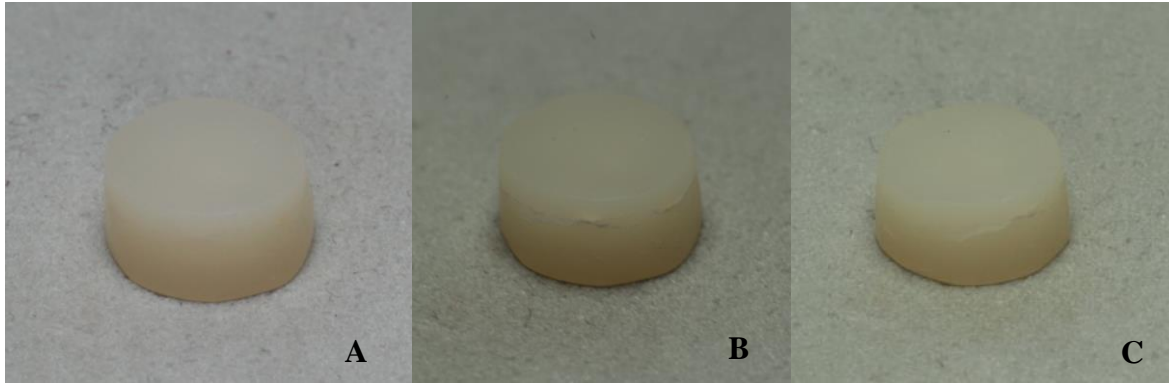


Figura 19 (a, b e c). Espécime da resina composta z350XT após imersão em água destilada por 30 (A), 60 (B) e 90 (C) dias.

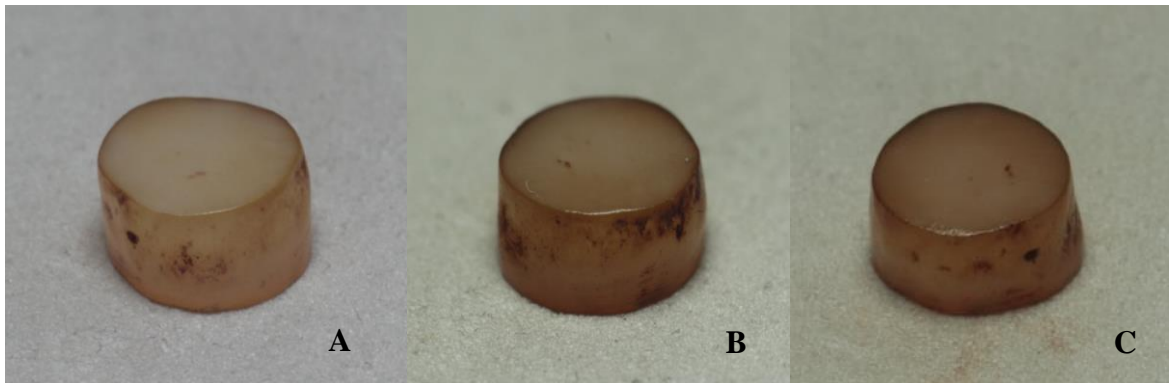


Figura 20 (a, b e c). Espécime da resina composta Opus Bulk Fill após imersão em vinho tinto por 30 (A), 60 (B) e 90 (C) dias.

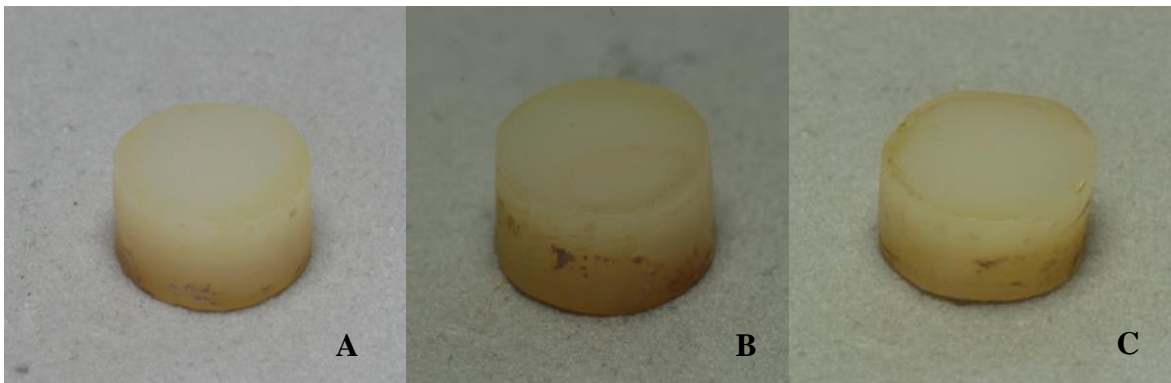


Figura 21 (a, b e c). Espécime da resina composta Filtek One Bulk Fill após imersão em chá verde por 30 (A), 60 (B) e 90 (C) dias.

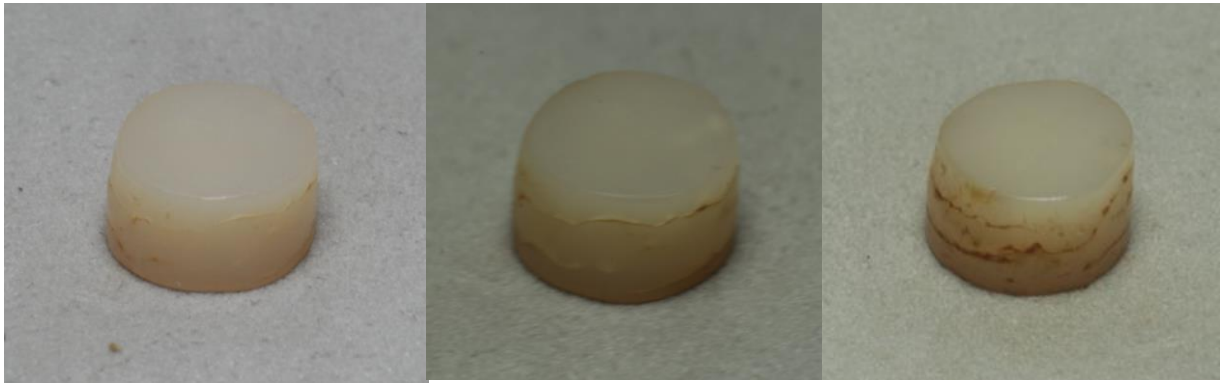


Figura 22 (a, b e c). Espécime do resina composta Vittra APS após imersão em energético por 30 (A), 60 (B) e 90 (C) dias.

De acordo com a análise de variância, o tempo e as soluções interferiram na estabilidade da cor ($p < 0,0001$), mas o material, isolado, não teve relação significativa na alteração desta propriedade ($p = 0,070$). Entretanto a interação material com o tempo e com a solução, separadamente, provocaram impacto significativo ($p < 0,0001$) na estabilidade de cor destes materiais, como demonstrado na tabela 2 e ilustrado no gráfico 1.

Tabela 2. Análise de variância da estabilidade de cor de acordo com os fatores de variação.

| FONTE DE VARIAÇÃO | SOMA DE QUADRADOS | g.l. | QUADRADO MÉDIO | F | p^* |
|----------------------------|-------------------------|------|----------------|---------------|--------------|
| Modelo corrigido | 22.296,744 ^a | 47 | 474.399 | 28.953 | $p < 0,0001$ |
| Ordenada na origem | 117,492.22 | 1 | 117,492.225 | 7,170.64 8 | $p < 0,0001$ |
| Tempo | 13,347.05 | 2 | 6,673.525 | 407.291 | $p < 0,0001$ |
| Material | 116.92 | 3 | 38.972 | 2.379 | 0.070 |
| Solução | 3,028.30 | 3 | 1,009.433 | 61.607 | $p < 0,0001$ |
| Tempo * Material | 268.10 | 6 | 44.684 | 2.727 | 0.013 |
| Tempo * Solução | 4,485.55 | 6 | 747.592 | 45.626 | $p < 0,0001$ |
| Material * Solução | 589.68 | 9 | 65.520 | 3.999 | $p < 0,0001$ |
| Tempo * Material * Solução | 461.15 | 18 | 25.619 | 1.564 | 0.067 |
| Erro | 5,505.41 | 336 | 16.385 | | |
| Total | 145,294.38 | 384 | | | |
| Total corrigido | 27,802.16 | 383 | | | |

a. $R^2 = 0,802$ (R^2 ao quadrado ajustado = ,774)

* Valores de p são significativos para $p < 0,05$ (5%)

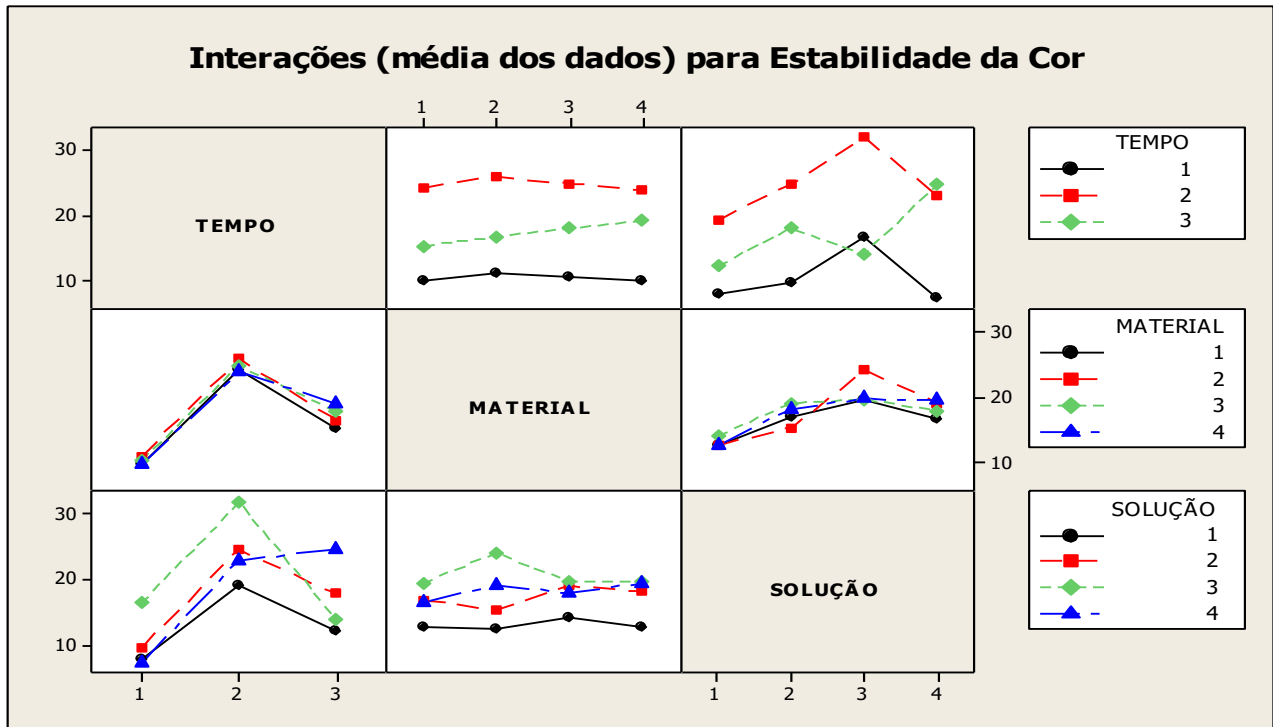


Gráfico 1. Interação (média dos dados) entre os fatores de variação na estabilidade da cor. Tempo: 1- 30 dias, 2- 60 dias e 3- 90 dias; Material: 1- Filtek Z350XT, 2- Filtek One Bulk Fill, 3- Vittra APS e 4- Opus Bulk Fill; Solução: 1- H₂O, 2- chá verde, 3- vinho tinto e 4- energético.

As médias e desvios padrão das mudanças de cor (ΔE) para cada uma das condições experimentais foram calculadas e estão descritas na Tabela 3. As alterações de cor das resinas foram semelhantes em todos os períodos de análise e em todas as soluções, com exceção do período T1 e T2, onde a maior alteração de cor foi identificada na resina Filtek One Bulk Fill na solução vinho tinto ($p < 0,001$).

Tabela 3. Médias e desvio padrão (DP) de variação de cor (ΔE) ocorridas entre os tempos, de acordo com a resina e o meio de imersão.

| MATERIAL | SOLUÇÃO | T0-T1 | | T0-T2 | | T0-T3 | |
|----------------------|------------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | | Média | DP | Média | DP | Média | DP |
| Z350 XT | Água | 7.64 | 0.55 | 19.01 | 0.51 | 11.78 | 0.56 |
| | Chá | 10.76 | 3.28 | 23.59 | 3.44 | 16.74 | 4.06 |
| | Vinho | 13.99 | 3.99 | 32.52 | 4.10 | 12.49 | 0.89 |
| | Energético | 7.41 | 1.42 | 22.43 | 1.57 | 20.24 | 9.30 |
| Filtek One Bulk Fill | Água | 8.20 | 0.74 | 18.78 | 1.67 | 11.08 | 1.27 |
| | Chá | 7.41 | 1.57 | 23.12 | 1.72 | 15.89 | 2.58 |
| | Vinho | 21.21 | 9.04 | 38.62 | 7.81 | 12.97 | 3.34 |
| | Energético | 7.74 | 4.06 | 23.55 | 3.71 | 26.53 | 9.38 |
| Vittra APS | Água | 8.85 | 3.84 | 20.53 | 3.99 | 13.28 | 3.55 |
| | Chá | 10.95 | 2.90 | 26.71 | 2.72 | 19.80 | 3.57 |
| | Vinho | 15.45 | 1.84 | 29.05 | 5.84 | 14.91 | 4.42 |
| | Energético | 6.69 | 1.26 | 23.31 | 1.69 | 24.34 | 2.11 |
| Opus Bulk Fill | Água | 7.27 | 0.36 | 18.48 | 1.14 | 12.80 | 3.77 |
| | Chá | 9.45 | 3.23 | 25.90 | 4.35 | 19.49 | 6.42 |
| | Vinho | 15.48 | 4.25 | 28.26 | 5.70 | 16.09 | 5.73 |
| | Energético | 7.41 | 0.73 | 23.05 | 1.12 | 28.38 | 4.87 |

Na comparação entre as soluções, no período de 30 dias, o energético foi o que promoveu menor alteração de cor para as resinas Z350 XT e Vittra APS. Para a resina Filtek Bulk Fill, o chá verde apresentou menor alteração de cor; enquanto que a água destilada foi a solução que proporcionou menor alteração de cor para a resina composta Opus Bulk Fill no mesmo intervalo de tempo citado acima. O vinho foi a solução que promoveu maior alteração de cor nos materiais estudados nos intervalos de 30 e 60 dias ($p < 0,05$). Enquanto no intervalo de 90 dias a solução que apresentou maior interferência na estabilidade de cor das resinas compostas estudadas foi o energético (gráfico 2).

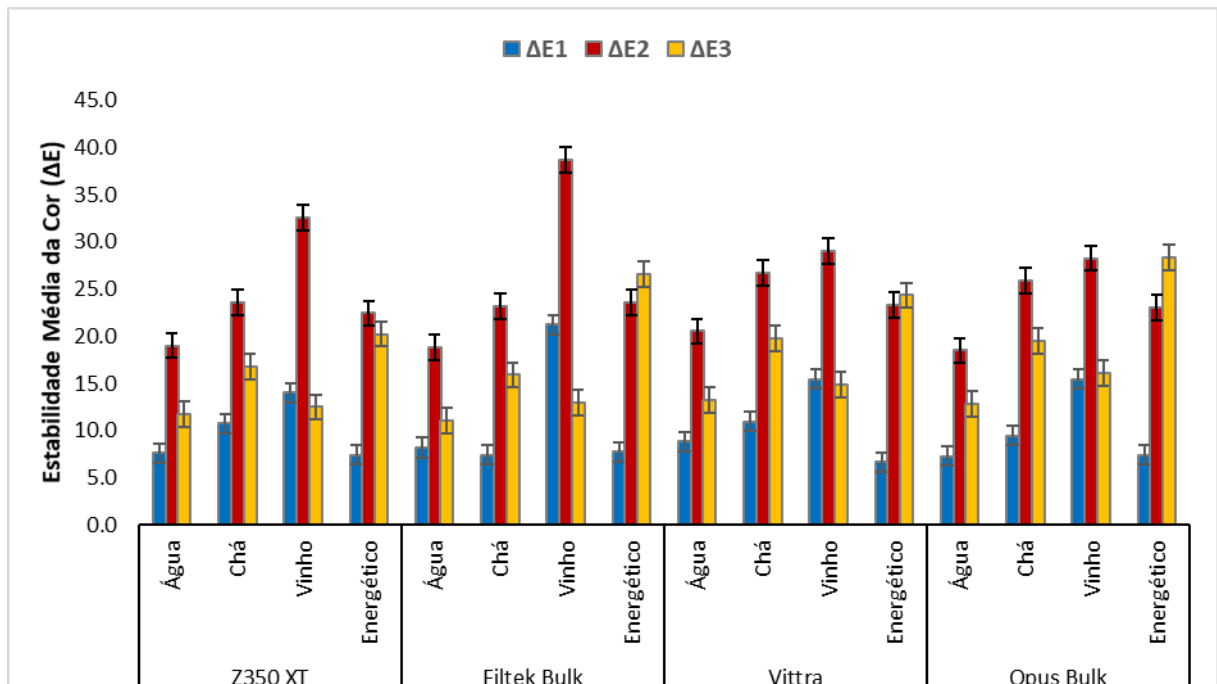


Gráfico 2. Médias e desvio padrão (DP) de mudanças de cor (ΔE) ocorridas entre os tempos, de acordo com a resina e o meio de imersão.

Após a análise dos resultados (teste de tukey) para o fator solução, o vinho foi a solução que ocasionou maior variação de cor (ΔE) ($p < 0,05$), seguido pelo energético e chá verde, que não diferiram estatisticamente entre si ($p = 0,378$). A água destilada diferiu estatisticamente das demais soluções ($p = 0,000$) (gráfico 3).

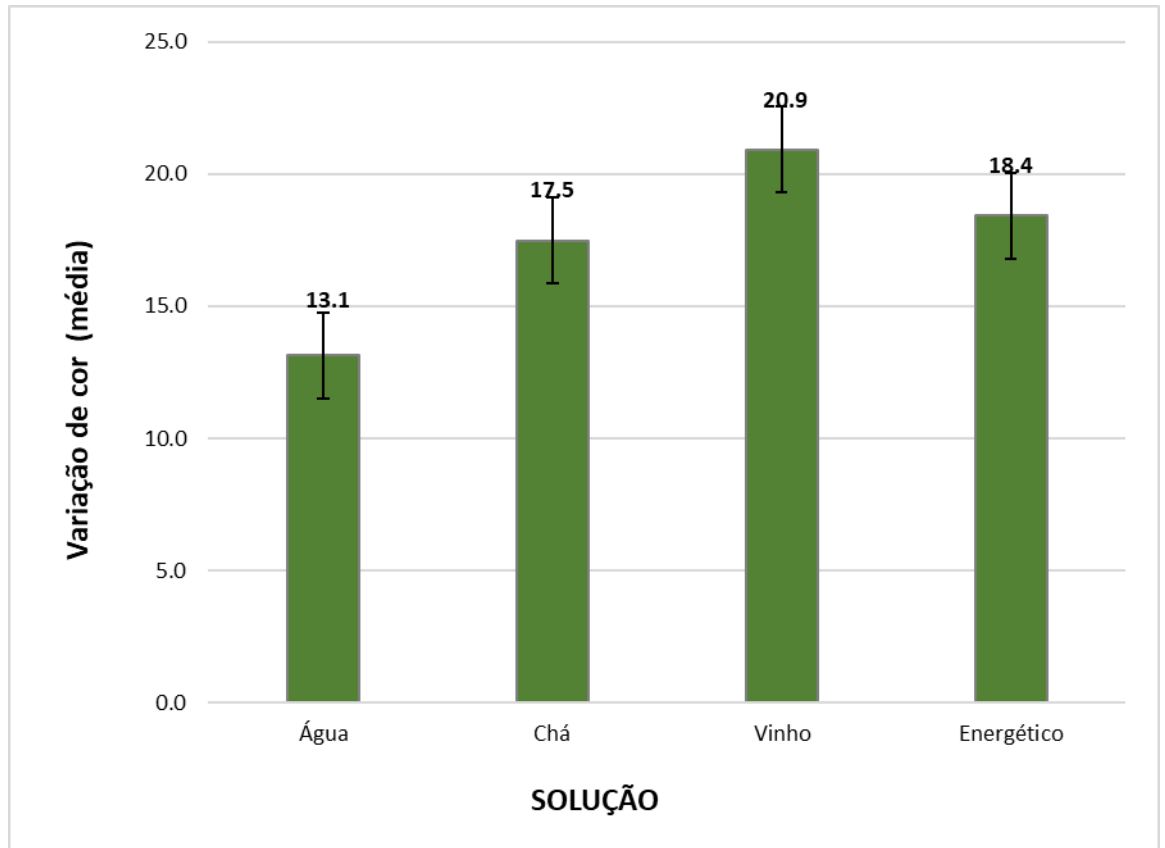


Gráfico 3. Média de variação de cor (ΔE) de acordo com a solução de imersão.

Com relação ao tempo de imersão, notou-se diferença estatística entre eles ($p < 0,0001$). No geral, o tempo 1 (30 dias) mostrou a menor variação de cor, enquanto que o tempo 2 (60 dias) mostrou a maior variação de cor em todas as resinas após imersão nas soluções ($p < 0,05$). O tempo 3 (90 dias) teve variação de cor maior que o tempo 1 e menor que o tempo 2, como demonstrado no gráfico 4.

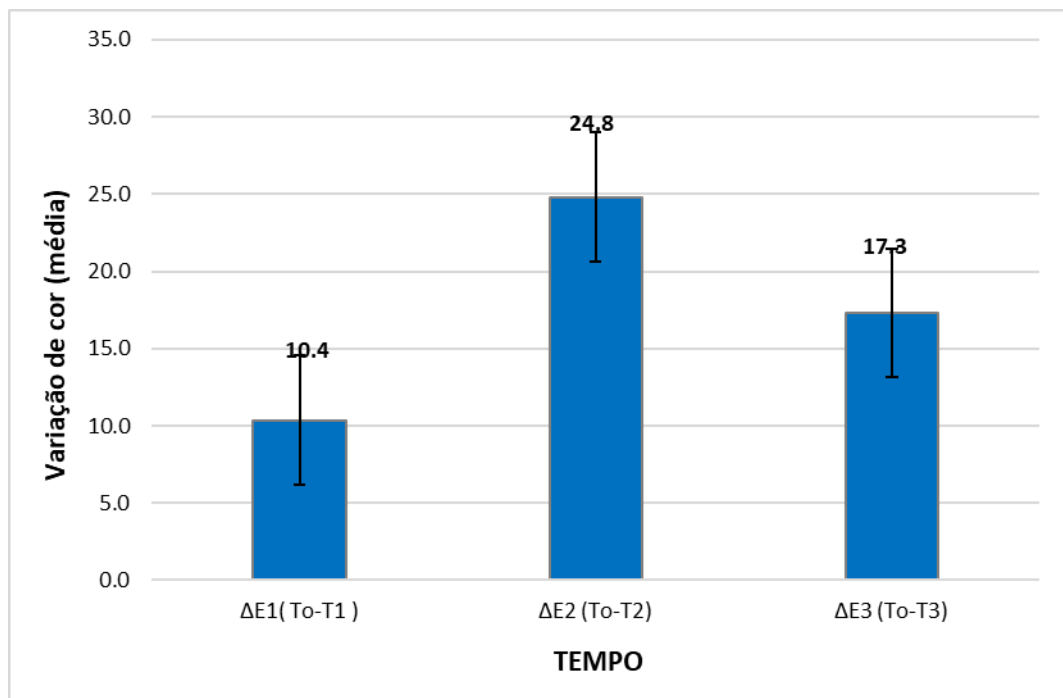


Gráfico 4. Média de variação de cor (ΔE) de acordo com o período de imersão.

Quanto ao fator material, a análise de comparação múltipla (teste de Tukey) demonstrou que as resinas convencionais Filtek Z350 XT e Vittra APS quando comparadas não diferiram entre si ($p=0.131$). Também não houve diferença estatística entre as resinas compostas do tipo bulk fill ($p=0.972$). O gráfico 5 demonstra as médias de variação de cor de acordo com a resina composta empregada.

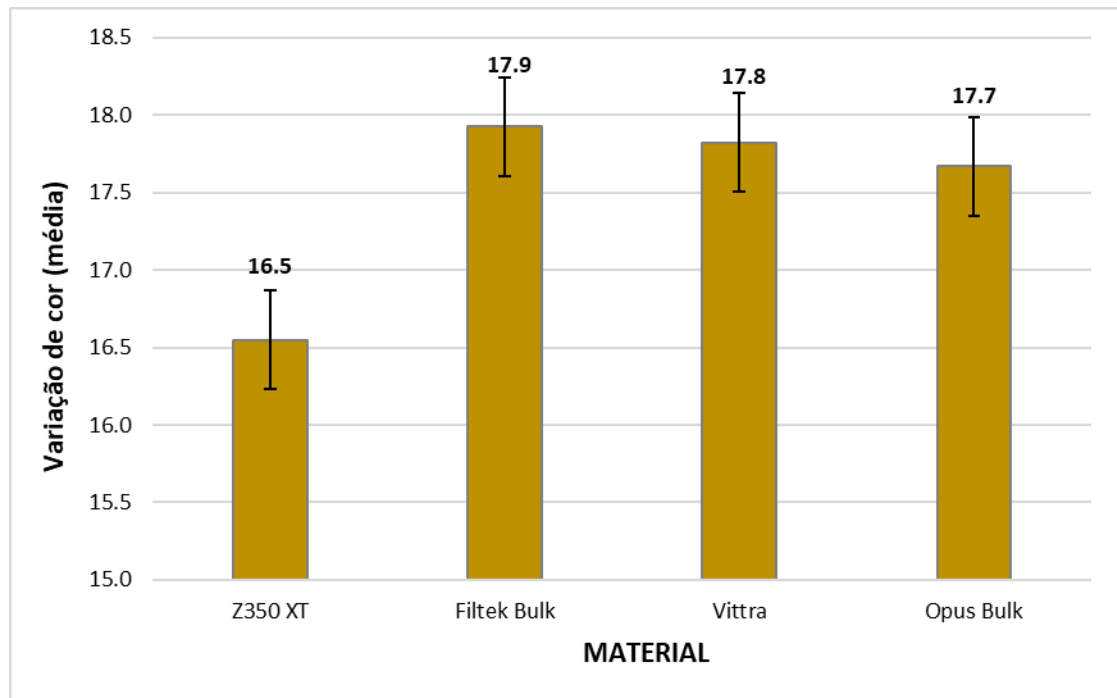


Gráfico 5. Média de variação de cor (ΔE) de acordo com o material estudado.

7. DISCUSSÃO

Na odontologia, a alteração de cor é referida como aceitável até o valor de $\Delta E = 3,3$, o qual é considerado ser o limite de aceitabilidade nas avaliações visuais subjetivas UM e RUYTERS, 1991; DIETSCHI, ROSSIER e KREJCI, 2006). Entretanto, segundo Paravina, Ontiveros e Powers (2002), muitos autores consideram um valor de $\Delta E \leq 2,0$ como um limite de diferença de cor clinicamente aceitável e $\Delta E \geq 3,7$ uma enorme diferença. Embora existam divergências entre os autores sobre qual seria o valor numérico de ΔE , sabe-se que valores de ΔE a partir de 3,3 começam a ser consideráveis inaceitáveis por 50% dos observadores, e esse valor tem sido utilizado como limite para aceitabilidade de alteração de cor da resina composta na maioria dos trabalhos que avaliam esta característica no material. Portanto, este valor também foi adotado neste trabalho.

A avaliação da estabilidade de cor foi realizada através da análise de imagem digital, utilizando o sistema CIE-Lab de cor, por tratar-se de um método de fácil aplicação, reprodutibilidade, sensibilidade e objetividade, atestado por trabalhos anteriores (TEKÇE et al. 2015, ERDEMIR et al. 2012, NASSIM et al. 2010; SILVA et. al. 2009; POLI, BORGES e AROSSI, 2014; SUBRAMANYA e MUTTAGI, 2011). Os resultados obtidos através da análise de fotografias, mostraram alteração de cor (ΔE) superiores a 3,3 em todas as resinas compostas estudadas imersas em todas as soluções-teste e em todos os tempos avaliados, o que, na prática clínica, indicaria a substituição da restauração.

Segundo Ertas et. al. (2006) e Beltrami et. al. (2018), 24h de exposição a substâncias pigmentantes *in vitro* corresponde a cerca de 1 mês *in vivo*. Neste estudo, um protocolo de coloração ininterrupta em longo prazo (até 90 dias) foi realizado, este tempo de exposição deve simular cerca de 6 anos de exposição clínica aos agentes de descoloração, o que é considerado suficiente para a avaliação de longo prazo da sensibilidade à coloração, visto que o tempo médio de uma restauração de resina composta satisfatória é de 5-6 anos (BARNES et. al., 1991; MILLAR et. al., 1997; OPDAM et. al., 2004; OPDAM et. al., 2007).

A influência da dieta na alteração de cor tem sido amplamente investigada devido ao grande consumo de alimentos e bebidas contendo corantes artificiais. No presente estudo foi avaliado a influência de três bebidas consideradas pigmentantes (vinho tinto, chá verde e energético) e a água destilada foi utilizada como controle. Observou-se que todas as soluções provocaram algum grau de pigmentação nas resinas compostas ($p < 0,0001$), sendo o vinho tinto a solução que promoveu maior alteração de cor, concordando com os achados na literatura (GRACIANO, 2008; OMATA et. al. 2006; ARROCHA et. al. 2013; PEREIRA,

2015; POLLI, BORGES, AROSSI, 2014, MINELLI, CHAVES e SILVA, 1988, SZESZ et. al., 2011; LEPRI e PALMA-DIB, 2012; CATELAN et. al., 2011, LEITE et. al., 2014). Este fato pode ser explicado segundo Ardu et. al. (2010) pela elevada presença de taninos no vinho. Já para Arrocha et. al. (2014) o pH e a presença do álcool presente na solução (10% em volume, neste estudo), pode afetar a integridade da superfície dos compósitos através da degradação e aumentar a susceptibilidade ao manchamento. O energético e chá não diferiram estatisticamente quanto ao grau de pigmentação promovido ($p=0,378$). Em relação ao grupo controle, a água destilada promoveu alteração de cor em menor grau, mas ainda assim acima de ΔE 3,3 em todos os tempos. Isso se deve ao fato de a sorção de água provocar o amolecimento da matriz e a degradação da resina, promovendo a redução da resistência ao manchamento e mudanças na translucidez (FONTES et. al., 2009; SHAH, FERRACANI e KRUZIE, 2009). Logo, nossa hipótese nula de que as soluções-teste não alteram a estabilidade de cor das resinas compostas estudadas foi rejeitada.

As resinas compostas apresentaram escurecimento significativo após 30, 60 e 90 dias de imersão nas soluções-teste ($p<0,0001$). No tempo inicial as resinas apresentaram as menores alterações de cor, sendo no tempo 2 observadas as maiores alterações de cor em todas as resinas e soluções, atestando resultados de trabalhos anteriores (ERDERMIR et al., 2012, TASKINSEI et al., 2014). A resina Filtek One Bulk Fill foi o material que apresentou maior grau de manchamento ao vinho e ao energético no tempo 1 (ΔE $21,21 \pm 9,04$ e $7,74 \pm 4,06$, respectivamente) e no tempo 2 (ΔE $38,62 \pm 7,81$ e $23,55 \pm 3,71$, respectivamente), enquanto a resina composta Vittra APS demonstrou ser mais susceptível ao chá tanto em T2 e T3. Estes resultados corroboram com os encontrados por Ramalho (2018), que avaliou a estabilidade de cor das resinas compostas Filtek Z350 e Filtek Bulk Fill após imersão em bebidas energéticas pelo período similar ao utilizado neste estudo, no qual a resina Filtek Bulk Fill apresentou grau de manchamento maior do que a resina Filtek Z350 no período de 30 dias e nos demais tempos (60 e 90 dias) avaliativos a alteração de cor dentre os materiais e soluções foram semelhantes. No entanto, o presente trabalho discorda dos achados de Gadonski et. al. (2018), que em seu estudo obtiveram a maior variação cromática na resina Filtek Z350 e menor na resina Filtek Bulk Fill. Contudo, vale ressaltar que no trabalho supracitado o tempo de avaliação foi de 21 dias e a solução de imersão foi o café, tendo portanto dois fatores de variação diferentes do utilizado no presente estudo.

Com o objetivo de combinar as vantagens dos materiais de restauração híbridos e micro-híbridos, a tecnologia de nanopartículas surgiu, fornecendo assim as propriedades estéticas requeridas para restaurações anteriores, juntamente com um número de propriedades

mecânicas necessárias para restaurações posteriores, que suportam o estresse. As inovações no mercado de resinas compostas também trouxe um material que combina conveniência estética e técnica, que são as resinas bulk fill, que proporcionam o uso monocromático e a inserção de camada única (até 5mm). Estes nanocompósitos têm vantagens, como menor contração da polimerização, propriedades mecânicas melhoradas, comportamento óptico favorecido, melhor brilho, melhor estabilidade da cor e menor desgaste (GADONSKI et. al., 2018).

Devido as suas características melhoradas, principalmente quanto a estabilidade de cor, atestadas em estudos anteriores (TOPCU et. al., 2009; REDDY et. al., 2013) que avaliaram esta propriedade entre resinas nanoparticuladas e resinas micro-híbridas, híbridas e microparticuladas, as resinas compostas avaliadas neste estudo são do tipo nanoparticuladas convencionais e do tipo bulk fill.

Sabe-se que os tipos e concentrações de monômeros, ativadores, iniciadores e inibidores, o tipo, tamanho e quantidade das partículas inorgânicas utilizados podem interferir na estabilidade de cor do material restaurador (IKEDA et. al., 2003; SEGHI, GRITZ e KIM, 1990; SCHNEIDER et. al., 2008). As resinas compostas utilizadas neste estudo possuem diferentes combinações de monômeros em sua formulação (Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, AUDMA, Bis-EMA, dentre outros), mas seu conteúdo inorgânico é similar, possuindo partículas de sílica e em alguns materiais, partículas de zircônia. O volume do conteúdo inorgânico presente é de 52%, 58,5% e 63,3% nas resinas composta Vittra APS, Filtek One Bulk Fill e Filtek Z350 XT, respectivamente. Os dados dos valores volumétricos da resina Opus Bulk Fill não foram disponibilizados pelo fabricante.

Quando comparamos os resultados obtidos quanto ao material (resina composta), observamos que não houve diferença significativa entre as resinas compostas (P 0,070), confirmando assim nossa segunda hipótese, de que resinas compostas com menor contração de polimerização (Filtek One Bulk Fill (3M) e Opus Bulk Fill (FGM)) não sofrem padrões diferentes de alterações em sua cor quando comparadas as resinas convencionais (Filtek Z350 XT (3M) e Vittra APS (FGM)), corroborando com o trabalho de Erdemir et. al. (2012), que avaliando resinas nanoparticuladas pelo período de um mês, estas não obtiveram alterações significantes após imersão em soluções corantes. No entanto, discordando dos achados de Shamszadeh et. al. (2016), que em seu estudo sobre estabilidade de cor em resinas bulk fill e convencionais concluíram que a alteração de cor em resinas compostas bulk fill são maiores quando comparadas com resinas tradicionais; de Trevisan et. al (2018) que concluíram que

uma maior proporção de pigmentação foi estabelecida em resinas contendo dimetacrilato de trietilenoglicol (TEGDMA), que neste estudo estava presente apenas nas resinas convencionais e de Pereira (2015) que sugere que materiais mais ricos em fase orgânica apresentam um maior potencial para sofrer manchamento.

Não foi encontrado na literatura estudos avaliando a estabilidade de cor dos compósitos resinosos Vittra APS e Opus Bulk Fill, ambos são da marca FGM. Quanto a trabalhos comparando a estabilidade de cor entre compósitos resinosos nanoparticulados convencionais e do tipo bulk fill, a literatura também é escassa, o que dificulta a discussão dos resultados, fazendo-se necessário mais estudos sobre a temática.

CONCLUSÃO

Dentro das limitações do presente estudo e a partir da análise dos resultados e o tratamento estatístico para as diferentes condições experimentais quanto ao padrão de alteração de cor, as seguintes conclusões podem ser estabelecidas:

I – As soluções de imersão (vinho tinto, chá verde, energético e água destilada) exercem influencia na estabilidade de cor dos compósitos resinosos, causando grande variação de cor ($> \Delta E$);

II – O tempo constituiu-se um fator importante na variação de cor das resinas compostas, tendo influencia sobre os valores de ΔE do material;

III – O tipo de material (resinas compostas convencionais e do tipo bulk fill) não influenciou no padrão de variação de cor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J.D. **Análise da fluorescência de resinas compostas utilizadas em restaurações de dentes anteriores: uma nova metodologia.** 2015. Monografia (Graduação em Odontologia) Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, p. 35, 2015.
- ANDRADE, I.C.G.B et al. Microhardness and color monitoring of nanofilled resin composite after bleaching and staining. **European Journal of Dentistry**, v.8, n.2, p. 160-5, Apr-Jun, 2014.
- ARDU, S. et. al. A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. **Quintessence International**, v. 41, n. 8, p. 695- 702, 2010.
- AROCHA M. A. et. al. Color stability of siloranes versus methacrylate-based composites after immersion in staining solutions. **Clin Oral Investig.**, v. 17, n. 6, p. 1481-1487, 2013.
- ASMUSSEN, E. An accelerated test for color stability of restorative resins. **Acta Odontol. Scand.**, Stockholm, v.39, n.1, p.329-332, 1981.
- BARATIERI, L.N. *Procedimentos Preventivos e Restauradores.* Chicago: Quintessence Books Editora. 1988.
- BARNES, D. M. et al. A 5- and 8-year clinical evaluation of posterior composite resin. **Quintessence Int.**, Berlin, v.22, n.2, p.143-151, 1991.
- BELTRAMI, R. et. al.. Effect of different surface finishing/polishing procedures on color stability of esthetic restorative materials: A spectrophotometric evaluation. **European Journal of Dentistry**, v. 12, n. 1, p. 49-56, 2018.
- BOUSCHLICHER, M. R.; RUEGGERBERG, F. A.; WILSON, B. Correlation of bottom-to-top surface microhardness and conversion ratios for a variety of resin composite compositions. **Oper Dent.** v. 29, n. 6, p. 698-704, Nov-Dez, 2004.
- BOWEN, R. L. Dental filling material comprising vinyl-silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidil methacrylate. U. S. Patent: 1962.
- BORGES, A. L. et. al. Color stability of composites: effect of immersion media. **Acta Odontol Latinoam.** v. 24, n. 2, p. 193-199, 2011.

BUCHALLA, W.; ATTIN, T.; HILGERS, R.D.; HELLWIG, E. The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.87, n.3, p.264-270, Mar. 2002.

BURGESS, J.O.; WALKER, R.; DAVIDSON, J.M. Posterior resin-based composite: review of the literature. **Pediatr Dent**, Chicago , v. 24, n. 5, p. 465- 479, Sep./Oct. 2002.

CANEPELI, T.M.F., BRESCIANI, E. Resinas bulk-fill – O estado da arte. **Rev Assoc Paul Cir Dent**. v.70, n.3, p.242-8, 2016.

CARLOS, R.R. Análise comparativa em relação à estabilidade de cor, sorção e solubilidade de diferentes materiais restauradores. 2013. Monografia (Graduação em Odontologia) Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP. 2013

CATELAN, et. al. Color stability of sealed composite resin restorative materials after ultraviolet artificial aging and immersion in staining solutions. **J Prosthet Dent.**, v. 105, n. 4, p. 236-241, 2011.

COOLEY, R.L.; BARKMEIER, W.W.; MATIS, B.A.; SIOK, J.F. Staining of posterior restorative materials. **Quintessence Int.**, Berlin, v.18, n.12, p.823-827, Dec.1987.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE. Recommendations on uniform colour spaces, colour difference equations and psychometric colour terms. Paris: Bureau Central de la CIE; 1978.

COSTA, D. D. **Influência da translucidez e do tipo de partículas da resina composta na microdureza**. 2011. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

CHU, S.J.; TRUSKOWKY, R. D.; PARAVINA, R. D. Dental color matching instruments and systems: Review of clinical and research aspects. **J Dent**, v. 38, n. 2, p. 2-16, Dec. 2010.

CHU, J. S; DEVIGUS. A.; PARAVINA, R. D.; MIELESZKO, A. J. Fundamentos da Cor-seleção e comunicação da cor em odontologia estética. **Ed Quintessense**, 2 Ed., p. 155. São Paulo, 2012.

CRISPIN, B.J. Contemporary esthetic dentistry: practice fundamentals. **Quintessence**, p.60-71. Tokyo, 1994.

De LIMA, J.P.M. et. al. Influência das partículas de carga inorgânica nas propriedades físicas, químicas e mecânicas de resinas compostas – revisão sistemática. **RPG Ver Pós Grad**, v.14, n.3, p.224-34, 2007.

DIETSCHI, D. et. al. Comparison of the color stability os tem new-generation composites: an *in vitro* study. **Dent. Mat.**, v.10, p.353-362, Nov. 1994.

DIETSCHI, D.; ROSSIER, S.; KREJCI, I. *In vitro* colorimetric evaluation of the efficacy of various bleaching methods and products. **Quintessence International**, Berlin, v. 37, n. 7, p. 515-526, Jul/Ago. 2006.

DOUGLAS, R. D. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 83, n. 2, p. 166-170, Fev 2000.

DOMINGUES, L.A. et al. A influência da intensidade de luz sobre o manchamento da resina. **RGO**, v.50, n.2, p.79-83, Abr./Jun. 2002.

DOMINGOS, P.A et. al. Composite resin color stability: influence of light sources and immersion media. **J Appl Oral Sci**, v. 19, n. 3, p. 204-211, 2011.

ERDEMIR, U.; YILDIZ, E.; EREN, M. M. Effects of sports drinks on color stability of nanofilled and microhybrid composites after long-term immersion. **J Dent.**, v. 40, n. 2, p. 55-63, 2012.

ERTAS, E.; GULER, A.U.; YUCEL, A.C.; KOPRULU, H.; GULER, E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. **Dent Mater J.**, v. 25, v. 2, p. 371-6, 2006.

FERREIRA, A. B. **Utilização das resinas compostas bulk fill: uma revisão de literatura**. 2017. Monografia (Graduação em Odontologia) Faculdade Integrada de Pernambuco. Recife, 2017.

FONTES, S.T.; FERNÁNDEZ, M.R.; MOURA, C.M.; MEIRELES, S.S. Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. **J Appl Oral Sci**, v. 17, n. 5, p. 388-391, Sep/Oct. 2009.

GADONSKI, A.P. et. al. Avaliação do efeito cromático em resinas compostas nanoparticuladas submetidas a solução café. **Rev. odontol. UNESP**, Araraquara, v. 47, n. 3, p. 137-142, June 2018.

GRACIANO, F.M.O. **Avaliação da alteração de cor de resinas compostas nanoparticuladas e propriedades relacionadas após imersão em bebidas.** 2008. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – UNOPAR, Londrina, Paraná, 2008.

HOFMANN, N; HUGO, B.; SCHUBERT, K.; KLAIBER, B. Comparison between a plasma arc light source and conventional halogen curing units regarding flexural strength, modulus, and hardness of photoactivated resin composites. **Clin Oral Investig**, v.4, p. 140-147, 2000.

HORSTED-BINDSLEV P.; MJOR I.A. Esthetic restoration. In: Modern concepts in operative dentistry. Copenhagen: Munksgaard; p. 190-246, 1988.

IKEDA, T. et. al. Color differences and color changes in Vita Shade tooth-colored restorative materials. **Am J Dent.**, v. 16, n. 6, p. 381-384, 2003.

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, 2013.

JANDA, R. et al. Color stability of resin matrix restorative materials as a function of the method of light activation. **Eur J Oral Sci**, v.112, n.3, p.280-5, June 2004.

JARAD, F. D.; RUSSEL, M. D.; MOSS, B. W. The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry. **British Dental Journal**, v.199, n.1, p.43-49, 2005.

JOINER, A. Tooth colour: a review of the literature. **Journal of Dentistry**, v.32, p.3-12, 2004.

KENTROU, C.; PAPADOPOULOS, T.; LAGOUVARDOS, P. Color changes in staining solutions of four light-cured indirect resin composites. **Odontology**, v. 102, n. 2, p. 189-196, July 2014.

KIM, R. J. Y. et. al. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. **Journal of Dentistry**, v. 43, n. 4, p. 430–439, 2015.

KIM-PUSARETI, S. et. al. Reliability and Accuracy of Four Dental Shade-Matching Devices. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 101, n. 3, p. 193-199, March 2009.

- KHOKHAR, Z.A.; RAZZOG, M.E.; YAMAN, P. Color stability of restorative resins. **Quintessence Int.**, Berlin, v.22, n.9, p.733-737, Sept. 1991.
- KROSRAVI, M. et. al. Color Stability of Nanofilled and Microhybrid Resin-Based Composites Following Exposure to Chlorhexidine Mouthrinses: An In Vitro Study. **Journal of Dentistry**, v.13, n.2, March 2016.
- LEITE, M. A.S. et al. The effect of drinks on color stability and surface roughness of nanocomposites. **European Journal Of Dentistry**, v. 8, n. 3, p.330-336, 2014.
- LEPRI, C.P.; PALMA-DIBB, R.G. Surface roughness and color change of a composite: influence of beverages and brushing. **Dent Mater J.** v. 31, n. 4, p. 689-696, 2012.
- LUCE, M.S.; CAMPBELL, C.E. Stain potential of four micro-filled composites. **J Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.60, n.2, p.151-154, Aug. 1988.
- MANOJLOVIC, D. et. al. Effect of resin and photoinitiator on color, translucency and color stability of conventional and low-shrinkage model composites. **Dent Mater.**, v. 32, n. 2, p. 183-191, 2016.
- MANSO, M.J.D. **Efeito de cinco colutórios na morfologia de superfície e características óticas de restaurações diretas com dois tipos de resinas compostas.** 2014. Dissertação (Mestrado em Medicina Dentária) - Instituto Superior de Ciências da Saúde, Almada-Portugal, 2014.
- MASIOLI, M. **Fotografia Odontológica.** 2ª Ed. São Paulo: Artmed, 2010.
- MELO JUNIOR, P.C.M. et al. Selecionando corretamente as resinas compostas. **International Journal of Dentistry.** v. 10, n. 2, p. 91-6, abr./jun., 2011.
- MILLAR B.J., ROBINSON P.B., INGLIS A.T. Clinical evaluation of an anterior hybrid composite resin over 8 years. **Br Dent J**, v. 182, n. 1, p. 26-30, 1997.
- MINELLI, C. J; CHAVES, P H F; SILVA, E M C. Alterações da cor de resinas compostas. Parte i. Influência das soluções de café, chá e vinho. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 2 , n. 3 , p. 143-147, 1988.
- MITRA, S.B.; WU, D.; HOLMES, B. An application of nanotechnology in advanced dental materials. **J Am Dent Assoc**, Washington, v. 134, n. 10, p. 1382-1390, Oct. 2003.

MUNDIM, F. M.; GARCIA, L. DA F. R.; PIRES-DE-SOUZA, F. DE C. P. Effect of staining solutions and repolishing on color stability of direct composites. **Journal of Applied Oral Science**, v. 18, n. 3, p. 249-254, Jun 2010.

NASIM, I. et. al. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins-an *in vitro* study. **J Dent.**, v. 38, n. 2, p. 137-143, 2010.

OMATA, Y. et al. Staining of hybrid composites with coffee, oolong tea or red wine. **Dental Materials Journal**, v. 25, n. 1, p. 125-131, 2006.

OPDAM, N.J.M. et. al. Five-year clinical performance of posterior resin composite restorations placed by dental students. **J. Dent.**, Bristol, v. 32, n. 5, p. 379-383, July, 2004.

OPDAM, N.J.M. et al. A restrospective clinical study on longevity of posterior composite and amalgam restorations. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 23, n. 1, p. 2-8, Jan 2007.

PARAVINA, R.D.; ONTIVEROS, J.C.; POWERS, J.M. Curing-dependent changes in color and translucency parameter of composite bleach shades. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 14, n. 3, p. 158-166, May 2002.

PATEL, S.B.; GORDAN, V.V.; BARRETT A.A.; SHEN, C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.135, n.5, p.587-594, May 2004.

PEREIRA, S.J.M. **Avaliação da estabilidade de cor e rugosidade de superfície de diferentes materiais restauradores estéticos**. 2015. Dissertação (Mestrado em Medicina Dentária) - Instituto Superior de Ciências da Saúde, Almada-Portugal, 2015.

POLLI, M. J.; BORGES, C.H.; AROSSI, G. A. Estabilidade de cor de resina composta frente a corantes da dieta. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA**, n. 12, p.84-92, 2014.

POWERS, J.M.; DENNISON, J.B.; KORAN, A. Color Stability of Restorative Resins Under Accelerated Aging. **Journal Dental Research**, v.57, n11-12, p964-970, Nov/Dec.1978.

POWERS, J.M.; FAN, P.L.; RAPTIS, C.N. Color stability of new composite restorative materials under accelerated aging. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 59, n. 12, p. 2071-2074, Dec. 1980.

PRODAN, D. A. et. al. Influence of opacity on the color stability of a nanocomposite. **Clin Oral Investig.**, v. 19, n. 4, p. 867-75, 2015.

PUCKETT, A. D. et. al. Direct composite restorative materials. **Dent Clin North Am.**, v. 51, n. 3, p. 659-675, 2007.

RAMALHO, L. O. efeito das bebidas energéticas e hidroeletrólíticas na estabilidade de cor e fluorescência de resinas compostas. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas) – Universidade Federal do Amazonas, 2014.

REDDY, P.S. et al. Effects of commonly consumed beverages on surface roughness and color stability of the nano, microhybrid and hybrid composite resins: an *in vitro* study. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, v. 14, n. 4, p. 718-723, July/August 2013.

REIS, A. F. et. al. Effects of various finishing systems on the roughness and staining susceptibility of packable composite resins. **Dental Materials**, v.19, n.1, p.12-18, 2003.

REN, Y. F. et. al. Effects of common beverage colourants on colour stability of dental composite resins: The utility of a thermocycling stain challenge model in vitro. **J Dent.**, v. 40, n. 1, p. 48-56, April 2012.

ROSA, R. S. **Propriedades mecânicas de resinas compostas com nanopartículas**. 2010. 57f. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Odontologia, Rio Grande do Sul, 2010.

SABATINI, C. Color stability behavior of methacrylate-based resin composites polymerized with light-emitting diodes and quartz-tungsten-halogen. **Oper Dent**, v. 40, n. 3, p. 271-281, 2015.

SAMRA, A. P. B.; PEREIRA, S. K.; DELGADO, L. C.; BORGES, C. P. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. **Brazilian Oral Research**, v. 22, n. 3, p. 205-210, Set 2008.

SCHMITT, V. L. et. al. Effect of the polishing procedures on color stability and surface roughness of composite resins. **ISRN Dentistry**, v. 2011; Jul. 2011.

SCHNEIDER, L.F. et. al. Influence of photoinitiator type on the rate of polymerization, degree of conversion, hardness and yellowing of dental resin composites. **Dent Mater.**, v. 19, n. 7, p. 612-619, 2003.

SEGHI, R.R.; GRITZ, M.D.; KIM J. Colorimetric changes in composites resulting from visible-light-initiated polymerization. **Dent Mater.**, v. 6, n. 2, p. 133-137, 1990.

SHAH, M. B.; FERRACANE, J. L.; KRUZIC, J. J. R-curve behavior and toughening mechanisms of resin-based dental composites: effects of hydration and post-cure heat treatment. **Dent Mater.**, v. 25, n. 6, p. 760-770, Jun. 2009.

SHAMSZADEH, S., et al. Color stability of the bulk-fill composite resins with different thickness in response to coffee/ water immersion. **International Journal of Dentistry**. 2016.

SILVA, D. C. et al. Color change using HSB color system of dental resin composites immersed in different common Amazon region beverages. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 4, p. 961-968, 2009.

SOUZA-JUNIOR, E. J. et. al. Fotoativação na atualidade: Conceitos e técnicas clínicas. **International Journal of Brazilian Dentistry**. Florianópolis, v.10, n.2, p. 24-30, 2014.

SUBRAMANYA, J. K.; MUTTAGI, S. In vitro color change of three dental veneering resins in tea, coffee and tamarindo extracts. **Journal of Dentistry**, Tehran-Iran, v. 8, n. 3, p. 138-145, 2011.

SZESZ, A. L. et al. Influência de diferentes bebidas na estabilidade de cor da resina composta. **Odontol. Clín.-Cient.**, Recife, v. 10, n. 4, Dez. 2011.

TANTHANUCH, S. et. al. The effect of red and white wine on color changes of nanofilled and nanohybrid resin composites. **Restor Dent Endod**, v. 41, n. 2, p. 130-136, May 2016.

TASKINSEL, E.; OZEL, E.; OZTURK, E. Effects of sports beverages and polishing systems on color stability of different resin composites. **J Conserv Dent.**, v. 17, n. 4, p. 325-329, Jul/Aug. 2014.

TEKÇE, N. et. al. The effect of different drinks on the color stability of different restorative materials after one month. **Restor Dent Endod.**, v. 40, n. 4, p. 255-261, Nov. 2015.

TOPCU, F.T. et. al. Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. **Eur J Dent.**, v. 3, n. 1, p. 50-56, 2009.

TREVISAN, T.C. et al. Color stability of conventional and bulk fill composite resins. **RGO, Rev. Gaúch. Odontol.**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 15-20, Jan. 2018.

UM, C.M.; RUYTER, I.E. Staining of resin-based veneering with coffee and tea. **Quintessence Int.**, Berlin, v.22, n.5, p.377-386, May 1991.

WASILEWSKI, M.S.A. et. al. Effect of cigarette smoke and whiskey on the color stability of dental composite. *American Journal of Dentistry*, V.23, N.1, Feb. 2010.

YAP, A.U.J. et. al. Chemical degradation of composite restoratives. *Journal of Oral Rehabilitation*, v. 28, n. 11, p. 1015-1021, Nov. 2001.

YÁZICI, A.R. et al. The effect of curing units and staining solutions on the color stability of resin composites. *Oper Dent*, v.32, n.6, p.616-22, Nov./Dec. 2007.