

OSVALDO SCHITINI JUNIOR

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE COR
DE MATERIAIS ODONTOLÓGICOS
UTILIZADOS EM DIFERENTES TÉCNICAS E
IMERSOS EM CAFÉ**



PROCESSOS INTERATIVOS
DOS ÓRGÃOS E SISTEMAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO • ICS • UFBA

Salvador
2021

OSVALDO SCHITINI JUNIOR

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE COR DE MATERIAIS
ODONTOLÓGICOS UTILIZADOS EM DIFERENTES TÉCNICAS E
IMERSOS EM CAFÉ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas do
Instituto de Ciências da Saúde da Universidade
Federal da Bahia, como requisito parcial para
obtenção do grau de Doutor em Processos
Interativos dos Órgãos e Sistemas

Orientador: Prof.^a Dr.^a Paula Mathias

Salvador
2021

Ficha catalográfica: Keite Birne de Lira CRB-5/1953

Schitini Junior, Osvaldo

Avaliação da estabilidade de cor de materiais odontológicos utilizados em diferentes técnicas e imersos em café. / [Manuscrito]. Osvaldo Schitini Junior.

Salvador, 2021.

84f. : il.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Paula Mathias.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Salvador, 2021.

1. Polimerização. 2. Restauração Dental. 3. Dentística Restauradora.
4. Cerâmica. I. Mathias, Paula. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciência da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas. III. Título

CDD – 617.675 21. ed.

A Deus, o Inominável de mil nomes, que sempre foi e será meu maior refúgio.

AGRADECIMENTOS

Ainda que usasse todas as folhas desta tese, ou todas as folhas de minha vida completa, não seria o suficiente para demonstrar a gratidão a meu Deus. Eu o denomino meu, por uma relação visceral, íntima e mais próxima de mim do que o próprio ar que respiro. Nos meus melhores momentos, sua companhia foi minha maior alegria. Nos momentos mais áridos, sua presença foi meu sustento. A Deus, ao meu *Avinu Bashamain*, meu Pai dos céus, eu dedico minha vida em total rendição e gratidão. Meu fôlego de vida será sempre seu, Pai.

Agradeço a minha esposa, Gabriela Schitini, por ser meu maior presente, grande motivação para não desistir jamais de realizar meus sonhos. Você é a prova de que Deus existe nos céus, ao me enviar sua doce companhia por toda a minha vida. Eu a amo, e palavras são poucas pra demonstrar o quão abençoado eu sou por ter você.

A meus pais, Osvaldo Schitini Neto e Márcia Santos Schitini, meus amigos, meus parceiros. Eu sei que olham para mim com um olhar de admiração, e isso é um presente de Deus em minha vida. Quero proporcionar a vocês a alegria da recompensa por tantas noites mal dormidas para cuidar de mim. Cada um na sua individualidade: meu pai sempre preocupado com minha formação profissional e minha mãe com minha vida espiritual. Somente posso agradecer por tanto cuidado. Eu amo vocês.

Agradeço a minha irmã, Aline Schitini, minha Lipe. Laços de sangue não são o suficiente para dizer o que é ser irmão. Mas a amizade, sim, ela é capaz de definir essa relação. Obrigado por sempre zelar, cuidar, me colocar para dormir, me suportar na meninice, e até hoje ser uma amiga que mostra o quanto seu irmão é amado. Eu a amo!

Agradeço a minha orientadora Prof.^a Dr.^a Paula Mathias, pelo carinho da acolhida. Como sou feliz por ter sido orientado por uma grande referência da docência, o que tornou minha vida mais leve, mesmo quando tudo parecia pesado. Obrigado por sua generosidade, essa palavra a define. Que nossa amizade cresça e vá além de uma relação entre orientadora e orientado, pois a guardo num lugar especial em meu coração. Muito obrigado!

Agradeço a minha Prof.^a Dr.^a Carla Brandão. Ainda me lembro – e parece que foi ontem – de sua orientação tão amiga a meu trabalho de conclusão do curso da graduação. Relembro, ainda, da ligação com que a senhora, tão generosa, abriu as portas de minha relação com Paulinha. Quero me tornar referência como a senhora, que marcou minha formação. Muito obrigado!

Agradeço a meus primos e tios, que sempre estiveram a meu lado, em especial a José e Noemi Dias. A meus queridos Gilberto e Roberta Dias, as minhas tias Valdice e Heronilse Santos, pelas conversas ao longo de todos esses anos sobre minha profissão. Hoje, fecho uma etapa tão especial ao lado de vocês. Agradeço ainda a minhas tias Glória Maria, Maria Goreti e Rosário Schitini – amo vocês. Agradeço também a minha sogra Vanilda Coelho, por sempre estar disponível para me ajudar, e minha mãe do coração, minha Pê, por um carinho tão despretensioso e pela amizade de toda hora.

In memoriam, agradeço a meus avôs, Gilberto e Hermínia Edhigton e Osvaldo e Zuleika Schitini. Dediquei-lhes, na minha despedida, tão cheio de expectativas nessa jornada, a conquista de meu doutorado, há quatro anos atrás. Devo essa conquista à senhora, minha avó Zuleika, professora que tanto ensinou e que não pôde ver seu neto compartilhar de sua profissão.

Agradeço aos colegas que fizeram essa jornada mais leve e prazerosa: Prof.^a Simone Tosta, Prof.^a Noemi Rios, Prof. Eduardo Martinez. Vocês sempre acreditaram em mim. Minha gratidão a todos vocês.

À equipe de Dentística da FOUFBA, pelo carinho com que me acolheram ao longo desses anos, em especial à Prof.^a Dr.^a Thaiane Aguiar, ao Prof. Dr. Marcelo Filadelfo, Prof. Dr. Leonardo Cunha e à Prof.^a Dr.^a Rebeca Bezerra, que me receberam de braços abertos e compartilharam o bem mais sagrado, o conhecimento. Muito obrigado.

À Igreja Batista do Caminho das Árvores, por me fazer crescer espiritualmente, sendo meu segundo lar. Minha gratidão por anos de conhecimento, que me amadureceram e me permitiram chegar até aqui.

Agradeço à Fapesb, por apoiar esses projetos e financiar essas pesquisas.

Agradeço ao PpGIOS, na pessoa do Prof. Roberto Paulo, pela atenção ao longo desses anos e pelo carinho com minha formação. A todos os funcionários, meu muito obrigado, em especial a Carlinho, pela paciência de sempre.

*“Quando, seu moço, nasceu meu rebento,
Não era o momento dele rebentar.
Já foi nascendo com cara de fome e eu não tinha nome para lhe dar.
Como fui levando, não sei lhe explicar. Fui assim levando ele a me levar.
E na sua meninice ele um dia me disse que chegava lá. Olha aí, é o meu guri”.*

Chico Buarque de Holanda

SCHITINI, O. JR. Avaliação da estabilidade de cor de materiais odontológicos utilizados em diferentes técnicas e imersos em café. 2021. 84 f. Tese (Doutorado em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas) – Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021.

RESUMO

Introdução – A estabilidade de cor dos materiais restauradores é um dos principais desafios quando restaurações odontológicas estéticas são realizadas. Protocolos de imersão em substâncias que contêm corantes, assim como diferentes técnicas e materiais restauradores devem ser investigados quanto à maior susceptibilidade de alteração de cor, especialmente quando o fator tempo é considerado. **Objetivo** – Investigar diferentes protocolos de imersão em café, variando-se tempo de imersão para uma resina composta nanoparticulada. Avaliar o efeito de diferentes angulações da ponta guia do aparelho fotoativador (0°, 20° e 45°) em relação a duas resinas compostas, uma nanoparticulada e outra nano-híbrida. Avaliar a estabilidade de cor de restaurações estéticas realizadas com diferentes materiais e técnicas (direta, indireta e direta-indireta), submetidas à imersão em café. **Materiais e métodos** – As etapas que descrevem a confecção dos corpos de prova pela técnica direta se aplicam aos diferentes trabalhos realizados, excetuando-se a quantidade dos corpos de prova e as variáveis estudadas, como a inclinação da ponta do aparelho emissor de luz durante a fotoativação. Além da análise de materiais diretos, foram avaliadas restaurações realizadas pelas técnicas direta-indireta e indireta. Para a confecção dos corpos de prova, foi utilizada uma matriz de aço inoxidável bipartida (4 mm de espessura x 7 mm de diâmetro), posicionada sobre uma placa de vidro. A matriz foi preenchida com um único incremento com o compósito coberto com uma tira de poliéster. Sobre o conjunto foi posicionado um peso de 500 mg, deixado por 30 segundos para o escoamento do excesso de material. Após a remoção do peso, o compósito foi fotoativado por 20 segundos, usando-se a unidade de luz no modo padrão de intensidade de potência (1000mW/cm²) (VALO LED Curing Light – Ultradent). Em seguida, os corpos de prova foram identificados, planificados e polidos em politriz metalográfica (Aropol VV-200, Arotec), com a utilização de lixas d'água de granulação 1500 e 2000, sob irrigação constante com água, 20 segundos para cada lixa. **Resultados** – No *Artigo 1*, relata-se que a exposição ao café promoveu alteração de cor do compósito nanoparticulado Filtek Z 350 XT 3M Espe (cor A1), em todos os protocolos de imersão investigados, sendo o maior manchamento encontrado nos grupos que sofreram trocas diárias da solução e maior período de exposição ao café. No *Artigo 2*, destaca-se a inexistência de diferença significativa entre as diversas inclinações durante a fotoativação na estabilidade de cor das duas resinas testadas. Independentemente das inclinações, as resinas nanoparticuladas, apresentaram maior alteração de cor que as nano-híbridas. Em relação à luminosidade, maiores valores de alteração de cor foram encontrados nas resinas nanohíbridas. No *Artigo 3*, os resultados indicam que, dos materiais restauradores testados, utilizados na confecção de facetas estéticas, todos apresentaram alteração na estabilidade de cor ao longo dos 28 dias de imersão em café, com um ΔE (variação total de cor) inaceitável esteticamente. O grupo das cerâmicas demonstrou menor potencial de manchamento. A resina composta usada nas técnicas direta e direta-indireta apresentou valores superiores aos dos demais materiais testados e semelhantes entre si. O cerômero, por sua vez, mostrou valores de manchamento intermediários, quando

comparados aos dos demais grupos. **Conclusão** – As alterações de cor ocorrem em todos os materiais restauradores submetidos à imersão em café, independentemente do tipo de material e da técnica de restauração usada. Contudo, a cerâmica odontológica demonstrou maior estabilidade de cor, seguida pelo cerômero e pela resina composta usada na técnica direta ou direta-indireta. A resina nanoparticulada apresentou maior alteração de cor, quando foram investigados os efeitos das variações de angulação da ponta fotoativadora (0,20 e 45 graus). Em contrapartida, manteve maior luminosidade, quando comparada à nano-híbrida. O protocolo de imersão em café que demonstrou maior potencial de manchamento em uma resina nanoparticulada foi o de 48 minutos diários por 28 dias.

Palavras-chave: polimerização; restauração dental; dentística restauradora; cerâmica.

SCHITINI, O. JR. Evaluation of color stability of dental materials used in different techniques and immersed in coffee. 2021. 84 pp. Thesis (Doctoral Degree in Interactive Processes of Organs and Systems) – Institute of Health Sciences, Federal University of Bahia, Salvador, 2021.

ABSTRACT

Introduction – The color stability of restorative materials is one of the major challenges when esthetic dental restorations are accomplished. Immersion protocols in substances containing dye, as well as different restorative techniques and materials, should be investigated for the greatest susceptibility to color change, especially when the time factor is considered. **Objective** – To investigate different immersion protocols in coffee, varying the immersion time, for a nanoparticulated composite resin. To evaluate the effect of different angulations of the photoactivation guide tip (0°, 20° and 45°) in relation to two composite resins, one nanoparticulated and the other nano-hybrid. To evaluate the color stability of esthetic restorations, accomplished with different materials and techniques (direct, indirect and direct-indirect), subjected to immersion in coffee. **Material and Methods** – The steps that describe the manufacture of the specimens by direct technique apply to the different accomplished works, except the quantity of specimens and the studied variables, such as the inclination of the tip of the light emitting device, during photoactivation. Besides the analysis of direct materials, restorations accomplished by direct-indirect and indirect techniques were also evaluated. In order to manufacture the specimens, a split stainless-steel matrix (5mm diameter x height) positioned on a glass plate was used. The matrix was filled out, with a single increment, with the composite, being covered with a polyester strip. A weight of 500 mg was placed on the set, being left for 30 seconds, to drain the excess material. After the weight removal, the composite was photoactivated for 20 seconds, using the light unit in the standard power intensity mode (1000mW/cm²) (VALO LED Curing Light – Ultradent). Subsequently, the specimens were identified, planned and polished in metallographic polishing (Aropol VV-200, Arotec), using 1500 and 2000 granulated water sandpapers, under constant water irrigation, 20 seconds for each sandpaper. **Results** – In *Article 1*, the exposure to coffee promoted color change of the Filtek Z 350 XT 3M Espe nanoparticulated composite (color A1), in all investigated immersion protocols, being the largest staining found in the groups that suffered daily exchanges in the solution, and longer period of exposure to coffee. In *Article 2*, no significant difference was found among the various inclinations tested during photoactivation in the color stability of the two tested resins. Regardless of the inclinations, the nanoparticulated resins showed greater color change when compared to the nanohybrids. Regarding luminosity, higher values of color change were found in the nano-hybrid resins. In *Article 3*, of the restorative materials used in the manufacture of tested esthetic facets, all showed changes in color stability over the 28 days of immersion in coffee, with a ΔE (total color variation) unacceptable esthetically. The group of ceramics showed less potential for staining. The composite resin used in the direct and direct/indirect techniques showed values superior to the other tested materials and similar to each other. In turn, the ceromer showed intermediate staining values when compared to the other groups. **Conclusion** – The findings of the articles suggest

that color changes take place in all restorative materials subjected to immersion in coffee, regardless of the type of material and the employed restoration technique. Nevertheless, dental ceramics demonstrated greater color stability, followed by the ceromer and composite resin, used in the direct or direct-indirect technique. The nanoparticulated resin showed greater color change when investigating the effects of variations in angulation of the photoactive tip (0.20 and 45 degrees). Conversely, it kept a higher luminosity when compared to the nanohybrids. The protocol of immersion in coffee that demonstrated the greatest potential for staining in a nanoparticulated resin was 48 minutes daily for 28 days.

Keywords: polymerization; dental restoration; restorative dental, ceramic.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Artigo 3

Figura 1 - Gráfico Estatístico.....	55
-------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Artigo 1

Quadro 1 – Descrição, classificação e composição da resina composta testada.....29

Tabela 2 – Descrição dos grupos de controle e experimentais divididos de acordo com os protocolos de submersão em café testados no estudo.....30

Tabela 3 – Média (desvio padrão) dos valores da variação total de cor após protocolos de exposição ao café da resina composta testada.....32

Artigo 2

Quadro 1 – Descrição, classificação e composição da resina composta testada.....39

Tabela 2 – Média (desvio padrão) dos valores de delta E observados nos grupos experimentais.....42

Tabela 3 – Média (desvio padrão) dos valores de L observados nos grupos experimentais.....43

Artigo 3

Quadro 1 – Materiais utilizados com seus respectivos fabricantes, classificação e composição.....50

Quadro 1 – Divisão dos grupos através das técnicas de confecção das facetas dentais.....52

Tabela 2 – Média (desvio padrão) dos valores de delta E observados nos grupos experimentais.....54

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

FAPESB	Fundação de Amparo à Pesquisa da Bahia
CIELAB	Commission Internationale D'Leclaraige
CIEDE2000	Fórmula de diferença de cor
CIE	Comissão internacional de cor
HEMA	Hidroxietilmetacrilato
Bis – GMA	Bisfenol A glicidil metacrilato
UDMA	Uretano dimetacrilato
TEGDMA	Trietileno glicol dimetacrilato
ΔE	Variação total de cor
LED	Diodo emissor de luz
pH	Potencial Hidrogeniônico
CAD/CAM	Projeto assistido por computador

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 CLASSIFICAÇÃO DAS TÉCNICAS RESTAURADORAS E DOS MATERIAIS UTILIZADOS	15
3.1.1 TÉCNICA DIRETA	15
3.1.2 TÉCNICA INDIRETA.....	15
3.1.3 TÉCNICA DIRETA-INDIRETA.....	16
3.2 AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE COR DOS MATERIAIS RESTAURADORES E SUAS RELAÇÕES COM O ENVELHECIMENTO ...	17
3.2.1 PADRÕES DE AVALIAÇÃO DA COR	17
3.3 COR	18
3.3.1 CONCEITO	18
3.4 PROTOCOLOS DE MANCHAMENTO NO CAFÉ.....	19
3.5 FOTOPOLIMERIZAÇÃO.....	19
3.6 ENVELHECIMENTO DOS MATERIAIS RESTAURADORES.....	21
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
5. RESULTADOS	27
5.1 ARTIGO 1: DIFERENTES PROTOCOLOS DE IMERSÃO EM CAFÉ PROMOVEM ALTERAÇÕES DE COR DISTINTAS EM RESINA NANOPARTICULADA.....	27
RESUMO.....	27
INTRODUÇÃO	27
MATERIAL E MÉTODOS	28
AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE COR SEGUNDO O SISTEMA CIEL*A*B*	30
ANÁLISE ESTATÍSTICA	31
RESULTADOS.....	31
DISCUSSÃO	32
CONCLUSÃO.....	34
5.2 ARTIGO 2: INFLUÊNCIA DA ANGULAÇÃO DA PONTA DO FOTOATIVADOR NA ESTABILIDADE DE COR DE DUAS RESINAS COMPOSTAS, APÓS IMERSÃO EM CAFÉ.....	36

INTRODUÇÃO	37
MATERIAIS E MÉTODOS	39
PROTOCOLO DE IMERSÃO EM SOLUÇÃO DE CAFÉ	40
AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE COR, SEGUNDO SISTEMA CIEL*A*B*	40
RESULTADOS	41
DISCUSSÃO	43
CONCLUSÃO	46
5.3 ARTIGO 3: AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE COR DE MATERIAIS RESTAURADORES ESTÉTICOS PREPARADOS COM DIFERENTES TÉCNICAS	47
INTRODUÇÃO	48
METODOLOGIA	50
PROTOCOLO DE MANCHAMENTO	53
ENSAIOS EXPERIMENTAIS	53
ANÁLISE ESTATÍSTICA	54
DISCUSSÃO	56
CONCLUSÃO	59
6. DISCUSSÃO	60
7. CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

1. INTRODUÇÃO

Os desafios na realização das restaurações estéticas se tornam cada vez maiores, em resposta às exigências dos pacientes. Modificações na composição de materiais odontológicos e diferentes técnicas são propostas, visando ao aumento da previsibilidade de resultados e à longevidade dos procedimentos restauradores (2, 3, 4). As restaurações anteriores estéticas podem ser realizadas pelas técnicas direta, direta-indireta e indireta.

A instabilidade de cor do material restaurador é capaz de diminuir a longevidade clínica das restaurações odontológicas, sendo um dos maiores fatores responsáveis pela troca e substituição dessas restaurações a longo prazo. Independentemente da técnica restauradora empregada, a instabilidade de cor pode ocorrer (5, 8).

O manchamento dos compósitos, cerâmicas ou compômeros, ocorre pelos processos de absorção e adsorção de substâncias corantes normalmente presentes na dieta. Substâncias como refrigerantes à base de cola e café são as maiores responsáveis pelo manchamento dos materiais restauradores, sendo a frequência de contato, o tempo e o período de imersão, e a temperatura das substâncias variáveis capazes de contribuir para esse processo (9, 10, 11).

Na análise de materiais odontológicos, a cor pode ser medida por instrumentos colorimétricos, como o espectrofotômetro, que garante uma maior precisão na análise pela utilização de sistemas objetivos de mensuração de parâmetros da cor. O CIELab é um sistema de cor tridimensional, no qual os eixos são identificados por L^* , a^* e b^* . As distâncias equivalentes entre as coordenadas correspondem às diferenças de cores, sendo o eixo L^* representante do parâmetro luminosidade, quantificado em uma escala que varia de zero (preto puro) até 100 (branco puro). As coordenadas a^* e b^* representam as características cromáticas ao longo dos eixos verde-vermelho e amarelo-azul, respectivamente. Elas aproximam-se de zero para cores neutras (branco, cinza) e aumentam de magnitude para cores mais saturadas ou intensas (12).

Independentemente da técnica restauradora empregada, os materiais odontológicos enfrentam o desafio de estar em interação com um ambiente úmido na cavidade oral, sofrendo processos de absorção de água e de substâncias corantes (13, 14,

15). Ademais, a interação com substâncias corantes da dieta, associada às mudanças causadas pelo envelhecimento das estruturas dos tecidos dentais repercute na qualidade de manutenção da cor dos materiais restauradores (16). Grande parte do sucesso do tratamento restaurador direto está relacionado com a técnica operatória utilizada, em especial com o protocolo adesivo, o tipo de compósito e o processo de fotopolimerização.

Um das principais etapas para o sucesso restaurador é a fotopolimerização, dos compósitos ou dos cimentos. Falhas nessa etapa são responsáveis por mudanças nas estruturas dos materiais, que serão sentidas a longo prazo, em especial relacionadas aos efeitos sobre a característica da cor. Diante disso, compreender os fundamentos da técnica fotoativadora é de extrema importância para alcançar o máximo de resultados. Tendo em vista a multiplicidade de protocolos restauradores em região anterior e a necessidade de se determinar a estabilidade de cor de restaurações estéticas realizadas com diferentes materiais e técnicas restauradoras, este estudo se propõe a avaliar o envelhecimento dos materiais restauradores por manchamento em solução de café.

Assim, as hipóteses nulas testadas neste estudo são as de que os materiais restauradores usados nas técnicas direta, semidireta ou indireta apresentam estabilidade de cor semelhante, independentemente do protocolo de imersão e da temperatura da solução de café, avaliados no período inicial e após 7, 14, 21 e 28 dias. Na confecção da técnica direta em resina composta, a hipótese nula testada é a de que a inclinação da ponta fotoativadora em relação ao material restaurador também não interfere na estabilidade de cor de duas resinas compostas testadas, sendo uma nano-híbrida e a outra nanoparticulada.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a estabilidade de cor de diferentes materiais, confeccionados em técnicas restauradoras específicas (cerâmica, cerômero e resina composta, usados na técnica direta e na técnica direta-indireta), após imersão em café, em diferentes momentos: inicial, 7, 14, 21 e 28 dias após imersão em café.

2.2 Objetivos específicos

- Investigar diferentes protocolos de imersão em solução de café em uma resina nanoparticulada.
- Avaliar os efeitos da inclinação (0°, 20° e 45° graus) da ponta guia do aparelho fotopolimerizador em relação ao material odontológico na estabilidade de cor de duas resinas compostas.
- Avaliar a estabilidade de cor de três materiais restauradores estéticos (resina composta, cerâmica e cerômero), após imersão em solução de café, em cinco diferentes períodos de tempo: inicial, após 7, 14, 21 e 28 dias.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DAS TÉCNICAS RESTAURADORAS E DOS MATERIAIS UTILIZADOS

3.1.1 TÉCNICA DIRETA

A técnica direta de confecção das restaurações estéticas, por meio da resina composta, permite que elas sejam inseridas e esculpidas pelo operador com base nos princípios de anatomia e observando os critérios artísticos manuais. A técnica direta permite que o operador seja responsável desde a escolha da cor até a manutenção das etapas finais de acabamento e polimento. Isso confere melhor controle, menor quantidade de sessões clínicas e, conseqüentemente, menor custo (17).

As resinas compostas apresentam três fases: orgânica (matriz), agente de união e fase dispersa (partículas). São classificadas, como propôs Lutz & Philip em 1983 (18), pelo tamanho de suas partículas em: macroparticuladas, microparticuladas, híbridas e ainda micro-híbridas. Em 2003, Mitra *et al.* (19) propuseram a inserção de nanotecnologia na formulação das resinas compostas, originando as resinas nano-híbridas e nanoparticuladas.

Diante dessa classificação, observa-se que cada resina composta pode apresentar uma indicação de aplicação específica. As resinas de nanotecnologia têm sido as mais comumente utilizadas. No artigo de revisão sobre o uso de resinas realizado por Alzraikat *et al.* (2018) (20), os autores constataram que as resinas nanoparticuladas exibiram propriedades clínicas semelhantes às das resinas híbridas, e superiores às das microparticuladas. Contudo, ainda não existem evidências, a longo prazo, que determinem uma *performance* superior e que justifiquem seu uso em áreas de estresse oclusal. A técnica direta apresenta algumas desvantagens inerentes ao material resinoso, relacionadas ao protocolo de execução, tais como desgaste superficial e manchamento. Porém apresenta a vantagem de ser passível de reparo e manutenção. (17)

3.1.2 TÉCNICA INDIRETA

Quando se utiliza a técnica indireta para restaurações estéticas, é possível que as restaurações sejam realizadas fora da boca, em um ambiente laboratorial controlado,

com as variáveis relacionadas ao protocolo restaurador direto controladas. As cerâmicas são o material de eleição para a realização dessa técnica, por permitir que, diante de seu processo de formação, elas sejam mais resistentes aos desgastes, mais estáveis em relação à cor, além de serem biocompatíveis (20).

As cerâmicas podem ser classificadas pela temperatura da sinterização, composição e técnica de manufatura envolvida (21), sendo divididas em dois grandes grupos: o das feldspáticas (convencionais) e o das reforçadas. São classificadas de acordo com sua composição em: cerâmicas à base de vidro (porcelanas feldspáticas; IPS Empress; IPS Empress II; e-mex Press); cerâmicas à base de alumina (In-ceram Alumina; In-ceram Spinell, In-ceram Zircônia; Procera All ceram); e cerâmicas à base de zircônia (21).

As técnicas indiretas foram introduzidas como uma alternativa de tratamento à técnica direta (22). As cerâmicas passaram a ser utilizadas na odontologia para a confecção de reabilitações dentais no século XVIII (23). Apesar de apresentarem um maior custo financeiro e requererem múltiplas visitas por parte do paciente, foram responsáveis por determinar características superiores às das restaurações diretas, dentre elas: a melhoria nas propriedades mecânicas por redução da quantidade de duplas ligações remanescentes no polímero; minimização das fendas marginais causadas pela polimerização; alterações na resina pós-contração de polimerização; e ainda uma maior estabilidade de cor (24, 25, 26).

3.1.3 TÉCNICA DIRETA-INDIRETA

A técnica direta-indireta se caracteriza pela escultura do material utilizado em boca, sem condicionamento prévio do esmalte, o que permite remoção da restauração esculpida com facilidade e possíveis reparos e polimentos fora da boca, com a cimentação final da peça. Essa técnica foi proposta por Fahl (27) e possibilita as vantagens da técnica direta, que são escultura, menor quantidade de sessões clínicas e possibilidade de reparo fora da boca. Une as vantagens das técnicas direta e indireta, devido à cimentação da peça, com melhora nas propriedades físicas do material, pelo maior controle de variáveis como umidade. Para o autor (27), o benefício da técnica

seria o conservadorismo tecidual e melhorias estéticas relacionadas à escultura direta da resina composta.

Em relação aos materiais utilizados, as resinas compostas são eleitas para realização dessas restaurações. De maneira a otimizar os resultados da fotoativação, estudos mostram que elas podem ser termoativadas para garantir maior longevidade clínica, devido ao aumento na conversão durante o pré-aquecimento, aumento na taxa de cura e conversão atingida na cura máxima. A termoativação apresenta protocolos diversos, com temperaturas que variam entre 60°C e 127°C, e os meios de aquecimento que podem ser micro-ondas e autoclaves. Quanto ao tempo de aquecimento, variam de 10 a 15 minutos (28).

O calor seria responsável por um aumento nas propriedades mecânicas dos compósitos. Basicamente, dois mecanismos podem ser responsáveis por uma melhora na conversão dos monômeros. O primeiro deles é que monômeros residuais podem ser ligados covalentemente à rede de polímeros, aumentando o processo de transformação. E o segundo seria que os monômeros não reagidos podem ser volatilizados durante o aquecimento. Porém é possível que ambos os mecanismos atuem conjuntamente; a contribuição de cada um deles ainda permanece não esclarecida totalmente (29).

3.2 AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE COR DOS MATERIAIS RESTAURADORES E SUAS RELAÇÕES COM O ENVELHECIMENTO

3.2.1 PADRÕES DE AVALIAÇÃO DA COR

Os padrões de manchamento de descoloração são atualmente avaliados por colorímetros, espectrofotômetros e câmeras digitais. O sistema CIEL*a*b* (Commission Internationale de L'Eclairage) se caracteriza por apresentar valores relacionados a luminosidade e gradação da cor, por meio de uma escala de coordenadas. Esses valores são percebidos antes e após a exposição do material que está sendo investigado. Realizada a etapa laboratorial e as medições com o espectrofotômetro, os valores referentes à variação de cor são empregados, o que confere um determinado Δ , que, para ser aceitável, ou seja, não demonstrar uma intensa variação de cor, não deve ultrapassar 3,3 (30, 31). A manutenção da cor dos materiais restauradores é uma das principais características para o sucesso e a longevidade desse tratamento. Sabe-se que uma

alteração de cor acima de ΔE (variação total de cor) 3,3 se torna inaceitável do ponto de vista estético (32). Outra fórmula disponível para investigação dos padrões de alteração da cor é a CIEDE2000, publicada em 2001 (33) pelos membros do comitê técnico da CIE. É uma das utilizadas para a medição da cor em pesquisas investigativas, e é capaz de prover procedimentos mais aprimorados para a análise de cor e para o cálculo das diferenças de cores industriais. Envolve um predecessor computadorizado da escala CIELAB, ΔE_{ab} e CIE94⁴. A fórmula do CIEDE2000 se baseia na do CIELAB, acrescentando valores de cores no espaço da CIELAB $L_1^*a_2^*, b_2$ (33). Esse estudo avaliou a diferença em relação à cor, utilizando ΔE_{ab} e ΔE_{00} . Ambas são importantes na investigação da estabilidade de cor. Contudo, nos últimos cinco anos, o uso do CIEDE2000 e a respectiva investigação do ΔE_{00} têm sido mais utilizados no campo das pesquisas da dentística, por serem parâmetros mais adequados e terem melhor correspondência com as respostas do observador, quando comparados à diferença de cor do CIELAB (34).

3.3 COR

3.3.1 CONCEITO

O conceito de cor, relacionado aos princípios de matiz, croma e valor, foi introduzido por Munsell A. H (35); já os de opacidade e translucidez foram posteriormente postulados por Miller L. (36). O entendimento desses conceitos é de extrema importância para a análise da cor na dentística restauradora. Para Watts e Addy (37), a aparência do dente e dos materiais restauradores é dependente da quantidade de luz que incide e se reflete sobre eles. A alteração de cor se dá quando ocorre o manchamento, que, segundo os autores, se classifica em extrínseco, intrínseco e descoloração internalizada.

Dessa forma, a interação da luz com o elemento dental, após o manchamento, é responsável pelo aspecto escurecido. Para Joiner (38), a cor do dente é determinada pelas propriedades ópticas reguladas pela transmissão, reflexão, difusão e absorção da luz. Quanto mais escurecido o dente, maior absorção de luz terá. Para que a cor se torne mais clara, é necessária uma maior reflexão. Nos casos de alteração de cor nos materiais restauradores, especialmente dos compósitos, ela ocorre às expensas dos fenômenos de sorção e solubilidade, que seriam responsáveis por causar uma abertura da matriz polimérica devido a falhas, tal como ocorre na polimerização, causando a presença de

monômeros residuais, com entrada de partículas do meio externo nessa matriz, e consequente solubilidade, com alteração da matriz resinosa, por meio das partículas corantes. Esses fenômenos seriam responsáveis pelo manchamento dos materiais restauradores (39).

3.4 PROTOCOLOS DE MANCHAMENTO NO CAFÉ

A manutenção da cor dos materiais odontológicos estéticos é um dos maiores desafios para a clínica odontológica (12). Descolorações nos compósitos podem ocorrer intrinsecamente, por reações físico-químicas, na matriz orgânica, ou externamente, por acúmulo de biofilme e manchamento superficial. Apesar da dificuldade de se correlacionarem diretamente os padrões de manchamento dos compósitos, *in vivo* e *in vitro*, os estudos *in vitro* possuem a vantagem de elevar o controle das variáveis e de usar, se for manter, ou de repente trocar por métodos de análise mais precisos (30). Contudo, o amplo uso de diferentes metodologias e soluções contendo corantes com capacidade de manchamento dificulta a comparação entre os estudos laboratoriais de manchamento de polímeros odontológicos.

Uma das soluções mais frequentemente utilizadas nesses estudos é o café (9), por ser capaz de promover importante manchamento e sorção de líquidos nos polímeros odontológicos (40). Segundo CHOI *et al.* (41), o café é a substância capaz de induzir alteração de cor em todos os materiais cerâmicos e em compósitos. Para Bult e Sultan (42), o café é a bebida mais consumida mundialmente após a água. Tuncer *et al.* (9), ao investigarem os efeitos do café em uma amostra de resinas compostas (Filtek Z250 3M), determinaram que altas temperaturas (70°C) foram responsáveis por intensos graus de manchamento. Dessa forma, o café se consolida, na literatura, como um potencial agente de envelhecimento dos materiais, devido à sua temperatura e sua capacidade cromógena, associadas a fenômenos de degradação dos materiais, em especial as altas temperaturas, e por ser acidogênico.

3.5 FOTOPOLIMERIZAÇÃO

Uma das principais etapas para o sucesso restaurador, seja ele direto ou indireto, é a fotoativação. Alcançar o máximo da técnica fotopolimerizada não garante apenas a obtenção imediata de uma restauração satisfatória, mas mantém, a longo prazo, as características desejáveis da restauração, com diminuição do sucesso clínico. Estudos mostram que diferentes modos de fotoativação podem ser responsáveis pelo aumento da

solubilidade das resinas compostas (43), ou ainda que desvios e angulações na ponta do fotoativador são responsáveis por um decréscimo importante de energia. Para Ferracane *et al.* (2013) (44), é necessário ao operador conhecer muito além do tempo preconizado para cada aparelho fotoativador e a relação de fotoativação com cada resina composta para otimizar os resultados restauradores.

O que se observa é que a diminuição de energia está intimamente relacionada com falhas no protocolo de execução. Quando há uma diminuição na entrega de luz ao compósito, os fenômenos de sorção e solubilidade podem ocorrer. A resina composta, para se transformar em uma matriz polimérica, necessita de uma fonte luminosa que alcance um espectro de luz adequado, permitindo a conversão de monômeros em polímeros. Para Prince *et al.* (2010) (45), é necessária uma energia de até 32 J/cm^2 para uma excelente fotopolimerização. Se a energia não for suficiente, observa-se que o grau de conversão dos monômeros não será alcançado em sua totalidade, o que gera monômeros residuais responsáveis por uma maior sorção de partículas aquosas do meio, incluindo as corantes. Essas partículas, ao adentrarem a matriz orgânica, ocasionarão sua solubilidade, com perda substancial e consequente alteração de cor. Inadequada polimerização da resina composta pode causar ainda redução na adesão, aumento na deterioração marginal e aumento da colonização bacteriana nas margens da restauração (46).

Independentemente da técnica – direta, direta-indireta ou indireta –, todas as restaurações dependem da fotoativação. Dessa forma, a importância de um protocolo fotopolimerizador bem executado é a de ser responsável pela manutenção da longevidade restauradora. Para Strassler & Prince (2014) (46), os dentistas e técnicos não são treinados para desenvolver corretamente a fotoativação. Em muitos casos, o que se sabe é apenas a duração da fotopolimerização, e detalhes como a orientação, o diâmetro e o tipo de luz utilizados são negligenciados.

Em relação ao adequado protocolo de fotopolimerização, apesar de os fabricantes não indicarem o grau de energia necessária por resina composta, é recomendado que cada incremento de 2 mm de resina composta receba entre 12 e 24 J/cm^2 para adequada polimerização. Para Fan *et al.* (2002) (47), esse grau de energia deve ser em torno de 6 a 12 J/cm^2 . A energia necessária para ativar a canforoquinona deve ser por volta de 515 nm . O que se observa é que muitos aparelhos entregam uma energia de 300 nm , o que

não permite a adequada conversão monomérica. Estudos mostram que a energia que alcança o material é 20% menor do que a da área de feixe ativa (48).

Em relação às alterações na inclinação da ponta fotoativadora, é interessante notar que mudanças de 30° graus são capazes de reduzir consideravelmente a energia entregue ao material (49). Logo, com a diminuição da energia, ocorre diminuição no grau de conversão, o que, por sua vez, ocasiona sorção e solubilidade, com consequentes prejuízos ao sucesso restaurador.

3.6 ENVELHECIMENTO DOS MATERIAIS RESTAURADORES

É necessário compreender que, muito além de realizar uma restauração e otimizar todos os seus protocolos, é importante que o operador tenha consciência de que o material restaurador inserido sofrerá influência direta do meio bucal. O processo de envelhecimento imposto ao material está diretamente ligado a temperatura do meio, acidificação, dieta, entre outros. A presença de um meio ácido, possibilita que os fenômenos de sorção e solubilidade nos materiais restauradores ocorram. Um pH inferior à 4,5 é responsável pelos fenômenos de degradação da matriz orgânica resinosa. O café, por sua vez, é uma substância amplamente escolhida como agente de envelhecimento nos estudos, pois apresenta mais de 22 subtipos ácidos, incluindo ácido cítrico e acético, em torno de 5,0 (50).

É interessante notar que os fenômenos de sorção e solubilidade podem ocorrer independentemente da acidez do meio, como foi comprovado em estudo prévio (51), ao se investigar os efeitos da água clorada em amostras de resinas compostas nanoparticuladas. Independentemente do meio em que foi imersa, se ozonizada ou clorada, as amostras sofreram com os fenômenos de sorção e solubilidade. Isso demonstra que o próprio meio aquoso bucal é capaz de acelerar o processo de lixiviação das resinas compostas, e se potencializa acentuadamente quando se torna ácido.

Esperar o sucesso restaurador sem levar em consideração todos os fatores de envelhecimento dos materiais restauradores é contraditório. Demarco *et al.* (52) consideram, em seu artigo intitulado “Minhas restaurações devem durar para sempre? Por que estão falhando?”, que as maiores causas de troca das restaurações anteriores

estão relacionadas a falhas estéticas, especialmente erros, mudanças de cor e descoloração marginal.

Tuzunek *et al.* (53), ao avaliarem diferentes materiais restauradores e suas possíveis alterações de cor após o uso de drogas medicamentosas em solução de xarope, concluíram que os compósitos avaliados exibiram valores significativos de descoloração quando comparados aos compômeros, e estes, por sua vez, não demonstraram quaisquer mudanças nos padrões de cor. Fradeani *et al.* (54), ao avaliarem 182 facetas de porcelana (Empress e Porcelana feldspática, Vitadur Alpha, Vita) em 46 pacientes, constataram que o mesmo risco de fratura percebido em coroas metalocerâmicas pode ser percebido nos laminados. Perceberam ainda que a descoloração marginal apresentou um valor de 86,44% da amostra e esteve associada a um decréscimo na integridade marginal. Os autores referem, como possível causa para alteração de cor, o uso de agente cimentante.

As alterações de cor estão, muitas vezes, associadas a mudanças químicas nos sistemas iniciadores e ativadores, devido ao processo absorção de água, e podem ser sentidas majoritariamente nas restaurações diretas, quando comparadas às indiretas. Apesar de serem menos frequentes em restaurações indiretas, elas podem ocorrer. Como comprovaram Fradeani *et al.* (54), ao relatarem alterações de coloração em uma amostra de laminados de cerâmica feldspática, 86,44% da amostra das facetas laminadas apresentaram algum manchamento. Concluíram, então, que são necessários mais estudos *in vivo*, que simulem o ambiente oral, com a presença de líquidos quentes e frios, forças mastigatórias, uso de dentifrícios, entre outros, para comprovar os dados relacionados aos critérios de avaliação das características citadas a longo prazo.

É importante avaliar as restaurações anteriores, sejam elas diretas ou indiretas, sob o ponto de vista da coloração a longo prazo. Para Topcu *et al.* (15), as alterações estéticas, como descoloração, são as principais causas de troca das restaurações, e esse processo é dispendioso, não apenas para o dentista, mas também para o paciente.

No estudo de Granell Ruíz *et al.* (6), em uma amostra de 323 laminados de porcelana, inseridos em pacientes com idade média de 46 anos, ocorreu fratura em 13 facetas e desgaste em 29 delas.

Diante do momento de escolha por uma determinada técnica de confecção, é importante observar que as resinas compostas são materiais restauradores que se popularizaram pela facilidade de uso, pela economia de tecido sadio e pelas propriedades estéticas que possibilitam refinamento da cor, nuances e sombras, o que permite uma aproximação cada vez mais natural com os dentes adjacentes, sendo esse um desejável e excelente recurso para as restaurações anteriores.

Quando comparada às cerâmicas, as resinas apresentam um custo mais baixo e a vantagem de necessitarem de uma única sessão para confecção. Nas últimas décadas do século passado, o desenvolvimento das resinas se acentuou, e suas indicações, vantagens e desvantagens se tornaram muito distintas e dependentes de cada caso clínico. Porém a estabilidade de cor ainda persiste como uma característica influenciada por fatores extrínsecos e intrínsecos e que sofre influência, a longo prazo, do envelhecimento do material e do desgaste provocado pela escovação (55, 56, 57, 58).

No estudo de Topcu *et al.* (15), que avaliou quatro diferentes marcas de resinas compostas (Filtek Z 250 3M ESPE; Filtek Supreme 3M ESPE; Quadrant CAVEX e CHARISMA Heraeus-Kulzer) e os possíveis efeitos relacionados à imersão, durante 24 horas, em diferentes bebidas, os autores constataram que todos os materiais testados apresentaram mudanças visíveis de coloração, sendo que o vinho tinto demonstrou um maior potencial de alteração da cor, enquanto a resina Filtek Supreme apresentou a menor alteração de cor.

Ertas *et al.* (59), ao avaliarem o efeito das bebidas, sejam elas alcóolicas ou não, inclusive o café, e os respectivos potenciais de manchamento nas resinas compostas, constataram que o grau de descoloração corresponde diretamente às características específicas das partículas dos compósitos, o que promove um impacto na superfície e susceptibilidade ao manchamento extrínseco. Perceberam ainda que uma falha na polimerização pode, por meio da conversão inadequada da canforoquinona, utilizada como fotoiniciador, gerar uma descoloração amarelada.

A capacidade de manter, por maior período de tempo, a estabilidade de cor nas resinas compostas associa-se diretamente ao tipo de partículas, à polimerização e ao agente de coloração (59). Essas alterações são consideradas os maiores problemas relacionados ao uso desses materiais a longo prazo. A descoloração das resinas pode ser

causada de maneira intrínseca ou extrínseca. Os fatores extrínsecos promovem o manchamento das restaurações e dos tecidos orais pelo processo de absorção ou adsorção. Entretanto, os intrínsecos são os inerentes à composição interna dos materiais e aos mais variados fenômenos que podem ocorrer na matriz orgânica e que permitam algum tipo de falha a longo prazo. Topcu *et al.* (15) verificaram que o UDMA (Uretano Dimetacrilato) apresenta menores valores de sorção quando comparado a outros monômeros dimetacrilatos, devido à baixa viscosidade do material e à baixa absorção de água, aliadas à uma polimerização eficiente. Atualmente, o prolongamento da estabilidade de cor é um dos principais objetos de pesquisa, já que é considerado um importante fator estético, responsável pelo retorno do paciente ao consultório para reintervenções e consequentes retratamentos (15, 59, 60).

Na avaliação com materiais restauradores provisórios, Guller *et al.* (61) submeteram as amostras a diferentes soluções de bebidas e perceberam que, quando comparada a cinco materiais restauradores, a Microfill apresentou pouca alteração de cor. Para Sarafianou *et al.* (62), o uso das resinas compostas provê, atualmente, melhores propriedades estéticas e também resistência, se comparado ao passado dos compósitos. A estabilidade de cor ainda é uma característica que deve ser investigada, à medida que novos materiais são propostos, já que ela é influenciada por fatores extrínsecos e intrínsecos.

Sarafianou *et al.* (62), ao avaliarem uma série de resinas compostas (Estelite Σ ; Filtek Supreme; Tetric Ceram), constataram a ocorrência de mudanças na cor dos compósitos, com valores de resultados aceitáveis em todos eles ($\Delta E < 3,3$). Para Ertas *et al.* (59), as resinas Filtek P60 e Filtek Z250, ambas sem TEGDMA (Trietileno Glicol Dimetacrilato) em sua composição, apresentaram maior estabilidade de cor, quando comparadas aos materiais que continham TEGDMA. Todas as resinas foram testadas em chá, café e vinho tinto, e as nanohíbridas e Quadrant LC apresentaram valores que ultrapassaram os aceitáveis ($\Delta E < 3,7$) (10).

A avaliação das restaurações em dentes anteriores pode ser realizada através dos seguintes parâmetros: forma anatômica, adaptação marginal, rugosidade superficial, descoloração marginal e cor. No estudo de Gulami *et al.* (63), 90% das restaurações inseridas em região anterior necessitaram de intervenções a longo prazo. Geralmente, as maiores falhas ocorreram devido a desgaste, descoloração marginal, fratura ou

combinação de ambos os fatores, associados ainda a falhas físicas e (ou) mecânicas. Contudo, o estudo determinou que complicações biológicas são raras, e a utilização da resina em região anterior proporcionou um alto grau de satisfação dos pacientes.

O sucesso clínico de uma restauração depende de diversos fatores, sendo importantes os materiais utilizados e a relação desenvolvida entre o paciente e o dentista (8,52). Para Manhart *et al.* (8), é preciso distinguir entre as possíveis razões que podem ocasionar falhas precoces e aquelas que são responsáveis pela perda da restauração ao longo dos anos. Diante disso, é preciso determinar as causas de insucesso clínico em região anterior, já que poucos estudos são realizados com esse intuito (3,52).

Atualmente, as falhas nas restaurações são o principal desafio na prática clínica odontológica. Aproximadamente 60% dos procedimentos realizados são substituições ou reparos em restaurações deficientes. Aliado às muitas tentativas de restaurar os dentes, encontra-se o aumento da demanda dos pacientes por materiais mais estéticos, o que reflete uma maior exigência social pelos padrões de beleza na estética do sorriso. Em região anterior, é importante salientar que a cor é uma das propriedades mais requisitadas durante a confecção da restauração com compósitos ou compômeros. Em contrapartida, a descoloração causada pela absorção de elementos corantes presentes na dieta é uma das principais causas de troca de restaurações, com uma taxa de incidência 16,9%, seguida das fraturas por traumas (64).

Para a confecção de uma restauração estética em região anterior, um conjunto de fatores, como condições de iluminação e o reflexo da luz, interferem direta ou indiretamente na percepção do olho sobre o elemento dental (65). Sendo assim, faz-se necessário observar os padrões estéticos em uma restauração, seja ela realizada pela técnica direta ou indireta. Devem-se ainda analisar todas as propriedades óticas do dente e da restauração, tanto no momento da inserção do material como ao longo do tempo, já que um material, para ser considerado esteticamente favorável, deve apresentar todas essas propriedades no momento da confecção da restauração e ainda mantê-las idealmente conservadas ao longo do tempo (64).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi composto por três experimentos laboratoriais prospectivos e com delineamentos totalmente aleatórios. O primeiro trabalho de pesquisa investigou

diferentes protocolos de imersão no café, com o objetivo de verificar os protocolos que resultavam em maior grau de manchamento de uma resina composta nanoparticulada. Um segundo estudo foi realizado para investigar a interferência da variável inclinação da ponta-guia do aparelho fotoativador, fixando diferentes inclinações em relação ao material restaurador, na polimerização e na estabilidade de cor de duas resinas compostas distintas (nano-híbrida LUNA (SDI) e a outra nanoparticulada Vittra (FGM), após imersão em solução de café. Para isso, diferentes inclinações da ponta-guia, em relação ao material restaurador, foram fixadas durante a fotoativação dos compósitos, a 0°, 20° e 45°. O terceiro experimento investigou os três diferentes materiais restauradores, confeccionados com diferentes técnicas, sendo a resina composta confeccionada nas técnicas direta e direta-indireta, e o cerômero e a cerâmica confeccionados na técnica indireta, cada material seguindo seus protocolos específicos. As etapas que descrevem a confecção dos corpos de prova pela técnica direta se aplicam aos diferentes trabalhos, sendo as quantidades dos corpos de prova e as variáveis de estudo, tais como inclinação durante fotoativação, descritas especificamente em cada um dos artigos, na seção material e métodos de cada um deles.

5. RESULTADOS

5.1 ARTIGO 1

DIFERENTES PROTOCOLOS DE IMERSÃO EM CAFÉ PROMOVEM ALTERAÇÕES DE COR DISTINTAS EM RESINA NANOPARTICULADA

Oswaldo Schitini Junior, Larissa Ramos, Taís Donato, Andrea Cavalcanti, Paula Mathias

School of Dentistry, Federal University of Bahia, Salvador, Bahia, Brazil, Av. Araújo Pinho, 62 – Canela

RESUMO

Introdução – A manutenção da cor dos materiais odontológicos estéticos é um dos maiores desafios clínicos. Testes de estabilidade de cor de compósitos são comumente utilizados para avaliar o manchamento superficial do material. Contudo, comparações diretas de estudos são dificultadas pela inexistência de protocolos de imersão em substâncias que contêm corante. Uma das substâncias mais utilizadas para isso é o café. **Objetivo** – O objetivo deste trabalho foi avaliar a alteração de cor de uma resina nanoparticulada, após diferentes protocolos de imersão em café. **Material e métodos** – Foram confeccionados 60 corpos de prova, utilizando-se a resina composta de nanopartículas (Filtek Z350 XT – 3M Espe) na cor A1E, divididos em seis grupos: G0, imersão em água, a 37°C, por 30 dias; G1, submetido a imersão em café a 37°C, durante 24 horas; G2, submetido a imersão em café por 48 minutos, a 37°C, uma vez ao dia, durante 28 dias; G3, submetido a exposição ao café a 37°C, durante 15 minutos, três vezes ao dia, por 28 dias; G4, submetido a exposição ao café a 37°C, durante três minutos, três vezes ao dia, por 28 dias; G5, submetido a exposição ao café a 37°C, durante três minutos, duas vezes ao dia, por 28 dias. **Resultados** – Os grupos com maior variação de cor foram o G2 e o G3, sendo estatisticamente semelhantes entre si e superiores aos demais (G1, G4 e G5). Os valores de Delta E foram analisados usando-se os testes ANOVA 1 critério e, para comparações múltiplas, e o teste Tukey, com nível de significância de 5%. **Conclusão** – Concluiu-se que a imersão em café promoveu alteração de cor no compósito nanoparticulado (Filtek Z 350 XT – 3M Espe), em todos os protocolos de imersão investigados. Os diferentes protocolos de imersão em café resultaram em diferentes graus de manchamento da resina composta testada. Os protocolos que incluíram trocas da solução e que apresentaram maior período de exposição ao café produziram maior manchamento do compósito testado.

Palavras-chave: compósitos, manchamento, resina composta, cor.

INTRODUÇÃO

A manutenção da cor dos materiais odontológicos estéticos é um dos maiores desafios para a clínica odontológica (66). Descolorações nos compósitos podem ocorrer intrinsecamente, por reações físico-químicas na matriz orgânica, ou externamente, por

acúmulo de biofilme e manchamento superficial. Apesar da dificuldade de se correlacionarem diretamente os padrões de manchamento dos compósitos *in vivo* e *in vitro*, os estudos *in vitro* possuem a vantagem de elevar o controle das variáveis e de usar métodos de análise mais precisos (67). Contudo o amplo uso de diferentes metodologias e soluções de corantes com capacidade de manchamento dificultam a comparação entre os estudos laboratoriais de manchamento de polímeros odontológicos.

Uma das soluções mais frequentemente utilizadas nesses estudos é o café (28), por ser capaz de promover importante manchamento e sorção de líquidos nos polímeros odontológicos (9, 40). Segundo CHOI JI *et al.* (41), o café é a substância capaz de induzir alteração de cor em todos os materiais cerâmicos e em compósitos. Para Bult, Sultan (42), o café é a bebida mais consumida mundialmente após a água. Entretanto, os protocolos de exposição a essa solução variam muito, especialmente em relação a algumas variáveis como o tempo e a frequência de imersão. Muitas metodologias são propostas, a exemplo do protocolo de Ertas *et al.* (59), que menciona o consumo de 3,2 xícaras de café diárias, com uma exposição de 15 minutos para cada, durante 1 mês de consumo. Esse padrão equivaleria, se somados todos os períodos de ingestão por um indivíduo, a 24 horas de imersão. Já Ceci *et al.* (66) definiram que o tempo de exposição ao café *in vitro*, por 24 horas, assemelha-se, aproximadamente, ao consumo de café *in vivo* por 28 dias, durante 15 minutos diários.

Atualmente, não existe um consenso a respeito de um protocolo padrão de imersão de compósitos em café para ser aplicado aos estudos laboratoriais, o que limita comparações diretas entre eles. Contudo não se sabe se divergências de tempo e frequência de imersão desses protocolos realmente impactam no grau de manchamento da resina composta. Logo, diante da multiplicidade de protocolos, este trabalho teve como objetivo avaliar e comparar a alteração de cor de uma resina composta nanoparticulada submetida a protocolos com diferentes tempos e frequências de imersão em café. A hipótese nula deste trabalho é que diferentes protocolos de tempo e frequência de exposição ao café não interferem no grau de manchamento da resina composta de nanopartículas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi utilizada a resina composta de nanopartículas (Filtek Z350 XT – 3M Espe) na cor A1E (Quadro 1).

Quadro 1 – Descrição, classificação e composição da resina composta testada

MATERIAL	CLASSIFICAÇÃO	COMPOSIÇÃO
Filtek Z350 XT (3M Espe)	Resina composta nanoparticulada	Matriz: Bis-GMA; UDMA; TEGDMA e Bis-EMA. Carga: sílica não agregada; zircônia não agregada e aglomerados de partículas agregadas de zircônica/sílica. Tamanho da carga: 4 a 20 nm Carga por volume: 63.3% Carga por peso: 78.5%

Foram confeccionados 60 corpos de prova, divididos em seis grupos (n=10), sendo um grupo de controle e cinco experimentais, nos quais variaram os protocolos de imersão em café. Para isso, foi utilizada uma matriz de aço inoxidável bipartida (5mm de diâmetro x altura) posicionada sobre uma placa de vidro. A matriz foi preenchida com um único incremento, com o compósito nanoparticulado coberto com uma tira de poliéster. Sobre o conjunto, foi posicionado um peso de 500 mg, deixado por 30 segundos para o escoamento do excesso de material. Após a remoção do peso, o compósito foi fotoativado por 40 segundos, usando-se a unidade de luz no seu modo padrão de intensidade de potência de 1000mW/cm² (VALO LED Curing Light – Ultradent). Em seguida, os corpos de prova foram identificados, planificados e polidos em politriz metalográfica (Aropol VV-200, Arotec), com a utilização de lixas d'água de granulação 1500 e 2000, sob irrigação constante com água, 20 segundos para cada lixa. Em seguida, os corpos de prova receberam banho de ultrassom com água destilada por dois minutos e foram armazenados individualmente em recipientes com água destilada, a 37°C, durante 24 horas, em estufa.

Os corpos de prova foram submetidos a diferentes protocolos de exposição ao café, variando o tempo e a frequência de imersão (Tabela 2). O grupo de controle (G6) foi imerso em água destilada a 37°C, durante 30 dias. Para os grupos de 1 a 5, os protocolos de imersão em café variaram da seguinte maneira: G1, 1 X 24 horas; G2, 1X 48 minutos/dia, durante 28 dias; G3, 3X15 minutos, por 28 dias; G4, 3X 3 minutos, 3 vezes ao dia, por 28 dias; e G5, 2X 3 minutos, por 28 dias. A temperatura do café, para

todos os grupos, foi mantida em 37°C, em estufa, durante a aplicação dos diferentes protocolos de imersão.

Tabela 2 – Descrição dos grupos de controle e experimentais divididos de acordo com os protocolos de submersão em café testados no estudo.

GRUPO	PROTOCOLO	HORAS DE IMERSÃO NO CAFÉ
G1 (Café 24h)	Café 37°C (24h / 1 dia)	24
G2 (48min, 28 dias)	Café 37°C (48min / 1 x dia) – 28 dias	22,4
G3 (G3: Café - 15min - 3 x dia, 28 dias)	Café 37°C (15min / 3 x dia) – 28 dias	21
G4 (Café 3min - 3 x dia, 28 dias)	Café 37°C (3min / dia – 3 x / dia) – 28 dias	4,2
G5 (Café 3min 2 x dia, 28 dias)	Café 37°C (3 min / 2 x dia) – 28 dias	2,8
G6	Água destilada 37°C – 28 dias	0

Ao final de cada imersão, os corpos de prova foram lavados em água corrente e armazenados, isoladamente, em 5mL de água destilada a 37°C, que foi trocada de acordo com os padrões de imersão para cada grupo.

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE COR SEGUNDO SISTEMA CIEL*A*B*

As medidas iniciais de cor de cada corpo de prova foram realizadas em um espectrofotômetro de reflexão (UV-2600; Shimadzu), utilizando-se o programa UV Probe (Shimadzu), no qual espectros de reflectância dos corpos de prova são obtidos em um espectro de luz visível (380 a 780 nm).

Para isso, os corpos de prova foram posicionados no equipamento com auxílio de um gabarito que permite a reprodução de seu posicionamento. Em seguida, as curvas espectrais registradas para cada corpo de prova foram transportadas para o programa Color Analysis, para avaliação de cor, seguindo os parâmetros do sistema CIEL*a*b* (Commission Internationale de L'Eclairage), com padronização do iluminante D65.

O referido sistema corresponde a um universo de cor tridimensional, no qual os eixos são identificados por L^* , a^* e b^* . As distâncias equivalentes entre as coordenadas correspondem às diferenças de cores semelhantes em sua percepção. O eixo L^* representa a luminosidade de um objeto e é quantificado em uma escala que varia de zero (preto puro) até 100 (branco puro). As coordenadas a^* e b^* representam as características cromáticas do objeto ao longo dos eixos verde-vermelho e amarelo-azul, respectivamente. Elas se aproximam de zero para cores neutras (branco, cinza) e aumentam de magnitude para cores mais saturadas ou intensas.

A análise de cor foi realizada em dois momentos: inicial, e após a exposição ao café, a fim de verificar a alteração total de cor de cada corpo de prova.

Os parâmetros L^* (luminosidade), a^* (variação verde-vermelho) e b^* (variação azul-amarelo) foram coletados separadamente e utilizados para o cálculo da variação total de cor (ΔE), aplicando-se a fórmula: $\Delta E = \sqrt{(L-L_0)^2 + (a-a_0)^2 + (b-b_0)^2}$, sendo os valores obtidos a partir das leituras iniciais e após exposição ao café.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, foi realizada a análise exploratória dos dados da variação total de cor (ΔE) para verificação dos parâmetros da análise de variância (ANOVA). A análise estatística inferencial foi realizada pela ANOVA 1 critério. Para comparações múltiplas entre as médias, foi utilizado o teste Tukey. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico SAS 9.1, com nível de significância de 5%.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a média e o desvio padrão obtidos para a variação total de cor (ΔE) da resina composta de nanopartículas, após a exposição aos diferentes protocolos de exposição ao café.

Tabela 1 – Média (desvio padrão) dos valores da variação total de cor após protocolos de exposição ao café da resina composta testada.

Grupos	Média (desvio padrão)	Tukey
G1: Café 24 h	15,37 (2,06)	B
G2: Café - 48min - 28 dias	20,88 (1,56)	A
G3: Café - 15min - 3 x dia - 28 dias	19,82 (3,72)	A
G4: Café 3min - 3 x dia - 28 dias	12,91 (0,52)	B
G5: Café 3min 2 x dia - 28 dias	13,24 (0,87)	B
G6: Água destilada - 28 dias	2,85 (0,63)	D

Letras distintas representam significância estatística entre os grupos (1-way ANOVA/Tukey, alfa=5%).

Diferenças estatisticamente significativas da variação total de cor (ΔE) foram observadas entre os grupos experimentais ($p < 0,0001$). Os grupos com maior variação de cor foram G2 e G3, os quais foram estatisticamente semelhantes entre si e superiores aos demais (G1, G4 e G5).

DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou a influência de diferentes protocolos de imersão em café na alteração de cor de uma resina nanoparticulada. Os protocolos testados foram baseados em padrões *in vitro* que se assemelham às condições de ingestão *in vivo* da substância (68). O pH do café, de acordo com Zimeli (69), varia aproximadamente em torno de 5,25. Essa acidez é responsável por potencializar os fenômenos de sorção, com uma maior permeabilidade de partículas corantes, responsáveis pelo manchamento do compósito (40). A coloração escura da substância eleva a penetração e a incorporação de substâncias pigmentantes presentes na bebida, tais como o tanino, cafeína e ácido cafeínico, às matrizes poliméricas dos compósitos (28,70). O potencial de manchamento e a capacidade erosiva fazem do café uma solução amplamente testada na literatura, especialmente quando variáveis como a durabilidade das restaurações é avaliada (9).

No presente estudo, o tempo total de imersão usado nos grupos experimentais, de 28 dias, foi baseado no estudo de Ceci (66), que determinou que esse período se assemelharia a, aproximadamente, dois anos de exposição às soluções capazes de causar o manchamento dos materiais restauradores (24 horas *in vitro* corresponde a 1 mês *in vivo*) (69). Já a frequência e o tempo de permanência dos corpos de prova na solução

seguiram adaptações dos estudos de Tuncer *et al.* (9), Kumar *et al.* (55), Telang *et al.* (71), Ozdas *et al.* (72) e Llena *et al.* (73).

Em relação à escolha do compósito, estudos demonstram que materiais com o TEGDMA em sua composição apresentam uma maior adsorção aquosa à sua matriz, o que potencializa o manchamento do material (74). No presente estudo, foram observadas variações de cor significativas ($\Delta E \geq 12,91$) para todos os grupos imersos no café, independentemente do protocolo testado. Para Johnston *et al.* (75), valores de variações totais de cor (ΔE) acima de 3,7 já são percebidos a olho humano, sendo os valores de 6,8 aceitáveis para as restaurações. Já para Matis *et al.* (76), os valores de ΔE acima de 2 são visíveis a olho humano e maiores que 3,3 são variações de cor inaceitáveis (77).

Os resultados encontrados no presente estudo demonstraram uma variação total de cor maior para os grupos G2 e G3 e que foram semelhantes entre si, embora diferentes de G1, G4 e G5. Os grupos G2 e G3, assim como os grupos G4 e G5 foram expostos ao café por um período de 28 dias consecutivos, variando a duração do contato diário da resina com a solução que continha corante, o que também resultou em diferentes tempos totais de imersão dos corpos de prova de cada grupo no café (Tabela 2). Os resultados mostraram que, quando se associa o tempo de contato da resina composta ao café com uma maior frequência de imersão, se eleva também a alteração total de cor da resina. O tempo de imersão, isoladamente, não é a variável mais importante, pois, para G1, apesar de apresentar, entre todos os grupos experimentais testados, o maior tempo de contato com a substância corante (24h), seus corpos de prova apresentaram variação total de cor semelhante à apresentada pelos grupos G4 e G5, que tiveram tempos totais de imersão no café de 4,2 horas e 2,8 horas, respectivamente.

Contudo, salienta-se que, apesar da semelhança estatística entre os valores de variação total de cor de G1, G4 e G5, a frequência de contato com o café foi bem distinta entre esses três grupos: G4, 3X por 28 dias =84 imersões; G5, 2X por 28 dias =56 imersões; G1 (1 imersão). O fato de os grupos G4 e G5 sofrerem renovações da solução de café diariamente poderia explicar a semelhança entre eles, apesar da grande diferença de tempo de imersão total. Essa mesma constatação da importância da frequência de imersão ao café na intensidade da variação de cor total apresentada pela resina composta explica o maior manchamento verificado para os grupos G2 e G3 (3X

por 28 dias =84 imersões), que apesar de apresentarem um tempo total de imersão ao café menor que o do grupo G1, demonstraram variação total de cor estatisticamente superior à apresentada por esse grupo. Um fato a ser considerado, é que as trocas induziram um maior potencial de manchamento. No estudo de Choi *et al.* (41), o tempo de imersão dos corpos de prova foi de 5 dias, e eles não sofreram trocas da solução durante esse período. O resultado da variação de cor encontrado foi de $3,58 \pm (0,40)$. Ao comparar esses dados com nossos resultados, percebemos que, quando as trocas de solução não são realizadas, o grau de manchamento é menor, o que é compatível com nossos achados, pelo fato de os grupos que demonstraram o maior grau de descoloração serem aqueles que se submeteram a trocas sucessivas de solução do café.

As altas temperaturas, variável a ser considerada no consumo do café, causam alterações importantes na cor, microdureza e rugosidades dos compósitos (9). Apesar disso, essa não foi uma variável pesquisada nos protocolos de imersão investigados (41, 55,59,66,72). No nosso estudo, a temperatura não foi uma característica avaliada durante a imersão dos corpos de prova, mas deve ser considerada em futuros estudos, visando a uma maior padronização de protocolos de manchamento para estudos *in vitro*.

CONCLUSÃO

A exposição ao café promoveu alteração de cor no compósito nanoparticulado Filtek Z 350 XT 3M Espe na cor A1, em todos os protocolos de imersão investigados, sendo o maior manchamento encontrado nos grupos que sofreram trocas diárias da solução e maior período de exposição ao café.

5.2 ARTIGO 2

INFLUÊNCIA DA ANGULAÇÃO DA PONTA DO FOTOATIVADOR NA ESTABILIDADE DE COR DE DUAS RESINAS COMPOSTAS APÓS IMERSÃO EM CAFÉ

Osvaldo Schitini Junior, Larissa Ramos, Andrea Cavalcanti, Paula Mathias.

School of Dentistry, Federal University of Bahia, Salvador, Bahia, Brazil, Av. Araújo Pinho, 62 – Canela

Resumo

Introdução – A manutenção da cor dos materiais odontológicos estéticos é um dos maiores desafios clínicos. A fotopolimerização da resina composta é fator fundamental para se alcançar excelente conversão monomérica. **Objetivo** – Avaliar os efeitos da inclinação (0°, 20° e 45° graus) da ponta-guia do aparelho fotopolimerizador, em relação ao material odontológico, na estabilidade de cor de duas resinas compostas, sendo uma nano-híbrida e outra nanoparticulada. **Materiais e métodos** – Foram confeccionados 60 corpos de prova, utilizando-se a resina composta de nanopartículas (Vittra - FGM) na cor A1E e mais 60 corpos de prova com a resina nano-híbrida (Luna – SDI). Os grupos foram fotoativados durante 20s com o aparelho emissor de luz (Luz emitida por Diodo – LED) de amplo espectro, usado no modo padrão 1000mW/cm² (Valo Cordless, Ultradent, South Jordan, EUA), com a ponta do aparelho posicionada paralelamente ao compósito em uma matriz metálica, com incrementos de resina composta de 0,5 mm. Os grupos foram classificados de acordo com a inclinação durante sua fotoativação (0°, 20° e 45° graus). Os que apresentaram os desvios de inclinação em 20° e 45° foram fotopolimerizados com bases acrílicas que permitiam a estabilização da ponta fotoativadora do aparelho em uma base plana, que simulava a variação da angulação. Após fotoativação, todos os grupos foram imersos em café por 28 dias durante 48 minutos diários e avaliados em espectrofotômetro de reflexão (UV-2600; Shimadzu) em dois momentos, (inicial e final, 28 dias). **Resultados** – De acordo com a análise estatística de “ ΔE ”, não foi notada interação significativa entre os fatores principais, resina composta \times inclinação ($p=0,27$). Independentemente do tipo de inclinação testada, maiores valores de ΔE foram notados para a resina composta Vittra APS em comparação à Luna ($p<0,0001$). Em ambas as resinas compostas, a maior variação total de cor (ΔE) foi observado na inclinação de 45° em comparação com as demais ($p=0,02$). Entre os dados de luminosidade, houve interação dupla entre os fatores resina composta e manchamento. De acordo com os resultados, observa-se que, independentemente da inclinação utilizada, maiores valores de luminosidade, na ausência e na presença de manchamento, foram notadas para a resina composta Luna em comparação com a Vittra APS. Ambas as resinas compostas apresentaram redução significativa da luminosidade após a imersão em solução de café, em todas as inclinações testadas. **Conclusão** – A inclinação da ponta-guia do aparelho fotoativador em 45° em relação ao material resinoso durante o procedimento de fotoativação aumentou o manchamento das duas resinas compostas testadas. Independentemente da inclinação, o maior manchamento ocorreu na resina nanoparticulada. Em relação à

luminosidade, ambas as resinas apresentaram diminuição, sendo o menor valor de luminosidade encontrado na resina nano-híbrida após a imersão em café.

Palavras-chave: polimerização, restauração dentária permanente.

INTRODUÇÃO

A resina composta é um dos materiais mais utilizados para restaurações de dentes, especialmente na região anterior, devido a seu baixo custo, técnica aplicável e reproduzível e excelentes propriedades estéticas (78). A resina composta apresenta monômeros que devem ser convertidos em polímeros pelo processo de polimerização, iniciado por um estímulo luminoso nas resinas fotoativadas (20). A fonte luminosa que inicia esse estímulo deve ser capaz de entregar uma quantidade de energia suficiente para que os fotoiniciadores presentes no material iniciem o processo de conversão, envolvendo a maior quantidade possível de monômeros. Esses monômeros são transformados em polímeros e resultam na estrutura da matriz orgânica do compósito (49). Assim, a fotopolimerização é uma etapa importante para garantir a obtenção de um polímero resistente e que colabore com o sucesso e com a longevidade da restauração.

Quando a fonte luminosa não é capaz de entregar energia suficiente para o material, polímeros de qualidade e resistência inferiores são gerados, comprometendo a qualidade do grau de conversão dos materiais resinosos (43). A escolha de uma fonte de luz adequada não deve ser vista como o único fator a ser levado em consideração, uma vez que a maneira como esse aparelho é usado pelo profissional também pode alterar significativamente a quantidade de energia que é depositada sobre o material resinoso. O posicionamento do paciente, a posição, a angulação e a distância da ponta do fotopolimerizador em relação ao material são exemplos de variáveis que interferem na quantidade de energia depositada sobre a resina composta (49). Para Strassler e Prince (79) e Prince, McLeod e Lexi (49) o aumento da angulação da ponta do aparelho fotopolimerizador em cerca de 30° foi responsável por uma diminuição de $10,3 \pm 0,3$ J/cm² na energia entregue ao material resinoso. Muitas falhas podem envolver a fotopolimerização na prática clínica. No estudo de Cardoso *et al.* (80), falhas na recarga de bateria dos diversos aparelhos fotopolimerizadores investigados influenciaram nos graus de sorção de água e de solubilidade de uma resina nano-híbrida testada, sendo

apenas os aparelhos VALO (Ultradent) e Raddi Xpert (SDI), os que, mesmo com um nível de bateria mais baixo, não induziram falhas nos compósitos após fotopolimerização.

Um dos grandes desafios da resina composta, especialmente em região anterior, é a estabilidade de cor em longo prazo. A interferência de algumas variáveis, tais como influência do grau de recarga dos aparelhos fotoativadores nos padrões de sorção da resina composta, já foi estudada (43, 81). Porém, a influência da angulação da ponta do aparelho fotoativador, durante a fotoativação, na alteração de cor de resinas compostas ainda precisa ser investigada. Sabe-se que uma alteração de cor total acima de ΔE 3,3 se torna inaceitável do ponto de vista estético (82). Para que essa avaliação seja realizada, medições de cor podem ser feitas através de parâmetros visuais com critérios objetivos, através de análises instrumentais, como é o caso da espectrofotometria. A análise através do espectrofotômetro garante uma maior precisão e possibilita avaliações comparativas mais precisas em diferentes períodos de tempo. Um dos sistemas mais utilizados com essa finalidade é o sistema CIEL*a*b* (Commission Internationale de L'Eclairage), que corresponde a um universo de cor tridimensional, no qual os parâmetros de cor analisados são avaliados em diferentes eixos, identificados por L*, a* e b*. O eixo L* representa a luminosidade e é quantificado em uma escala que varia de zero (preto puro) até 100 (branco puro). As coordenadas a* e b* representam as características cromáticas ao longo dos eixos verde-vermelho e amarelo-azul, respectivamente. Elas se aproximam de zero para cores neutras (branco, cinza) e aumentam de magnitude para cores mais saturadas ou intensas (59). Diante disso, o presente estudo teve por objetivo investigar a estabilidade de cor de duas resinas compostas, uma nano-híbrida, e outra nanoparticulada, fotopolimerizadas com a ponta do aparelho fotoativador fixado em três diferentes angulações – 0°, 20° e 45° – e posteriormente imersas diariamente em solução de café, pelo período de 28 dias consecutivos. A hipótese nula, no presente, estudo é de que as diferentes inclinações de 0°, 20° e 45° da ponta-guia do aparelho fotoativador em relação ao material restaurador não alterarão a estabilidade de cor das resinas compostas nanoparticulada e nano-híbrida, imersas diariamente em solução de café, por um período de 28 dias.

MATERIAIS E MÉTODOS

PREPARO DOS CORPOS DE PROVA

Foram confeccionados 60 corpos de prova usando-se a resina nano-híbrida (Luna – SDI) para esmalte, na cor A1, e 60 corpos de prova com a resina nanoparticulada (Vittra APS – FGM) para esmalte, na cor A1. As resinas foram fotopolimerizadas com três variações do posicionamento (0°, 20° e 45°) na ponta-guia do aparelho emissor de luz (luz emitida por diodo – LED) de amplo espectro, usado no modo padrão 1000mW/cm² (Valo Cordless, Ultradent, South Jordan, EUA). Para a confecção de cada corpo de prova, a resina composta selecionada foi inserida em uma matriz de aço inox, com 1,5 mm de espessura e 6 mm de diâmetro. Sobre o conjunto, foi colocada uma tira matriz de poliéster e, sobre ela, um peso de 500g, mantido por 30 segundos, para permitir melhor acomodação do material. Após esse período, a superfície de topo foi fotoativada por 20 segundos, respeitando-se as recomendações do fabricante e obedecendo-se ao posicionamento determinado da ponta do fotopolimerizador, com auxílio de um dispositivo de controle de angulação, confeccionado para garantir a inclinação para cada grupo experimental (20° e 45°) e para a inclinação de controle, de 0°, com a ponta do fotoativador posicionada paralelamente ao material resinoso. As bases acrílicas que permitiram a inclinação de 20° e 45° foram acopladas ao aparelho fotoativador durante cada fotoativação. A ponta do aparelho era estabilizada pela base e, posteriormente, o dispositivo era removido, e o aparelho era mantido em posição e estabilizado sobre superfície plana, de maneira a simular o desvio de inclinação. Após a estabilização, era retirado e a fotoativação era realizada.

Os corpos de prova foram alocados em seis grupos de acordo com a angulação da ponta do fotoativador. Os corpos de prova foram fotopolimerizados com a ponta da matriz + resina + tira de poliéster, em contato direto com a tira de poliéster, seguindo as inclinações de 0, 20 e 45 graus durante a fotoativação e subdivididos mediante essa categorização e pelo tipo de resina utilizada.

Quadro 1: Material e lote, classificação e composição das resinas compostas utilizadas

Material e lote	Classificação	COMPOSIÇÃO
Vittra APS (FGM) lote 130519	Resina composta nanoparticulada	Matriz: Bis-GMA e Bis-EMA. Carga: nanoesferas de zircônica com tamanho médio de 200 nm Tamanho da carga: 4 a 20 nm

		Carga inorgânica em peso: 72% a 82% (52% a 60% em volume)
Luna (SDI) Lote 180538 2023-5	Resina composta nano-híbrida	Matriz: Bis-GMA; UDMA; TEGDMA e Bis-EMA. Carga: sílica não agregada; zircônia não agregada e aglomerados de partículas agregadas de zircônica e sílica. Tamanho das partículas: 40 nm – 1,5 micron com estrôncio Carga por volume: 61.0% Carga por peso: 77.5%

Em seguida, os corpos de prova foram identificados, planificados e polidos em politriz metalográfica (Aropol VV-200, Arotec), com a utilização de lixas d'água de granulação 1500 e 2000, usadas sob irrigação constante com água, 20 segundos para cada lixa. Em seguida, os corpos de prova receberam banho de ultrassom com água destilada, por dois minutos e foram armazenados, individualmente, em recipientes com água destilada, a 37°C, durante 24 horas, em estufa.

PROTOCOLO DE IMERSÃO EM SOLUÇÃO DE CAFÉ

Os corpos de prova foram expostos ao café seguindo-se o protocolo correspondente à imersão uma vez ao dia por 48 minutos, durante 28 dias, de acordo com estudos preliminares, o que representa um tempo total de ingestão de café de aproximadamente 2,5 anos *in vivo* (76). Após a imersão, eram lavados em água destilada por um minuto e, posteriormente, acondicionados em *ependorfs* com 5mL de água destilada, que era trocada diariamente, em temperatura de 37°C, em estufa.

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE COR, SEGUNDO SISTEMA CIEL*A*B*

As medidas iniciais de cor de cada corpo de prova foram realizadas com o auxílio de um espectrofotômetro de reflexão (UV-2600; Shimadzu), utilizando-se o programa UV Probe (Shimadzu), no qual espectros de reflectância dos corpos de prova são obtidos em um espectro de luz visível (380 a 780 nm).

Para isso, os corpos de prova foram posicionados no equipamento com auxílio de um gabarito, o que permite a reprodução de seu posicionamento. Em seguida, as

curvas espectrais registradas para cada corpo de prova foram transportadas para o programa Color Analysis, para avaliação de cor, seguindo-se os parâmetros do sistema CIEL*a*b* (Commission Internationale de L'Eclairage), com padronização do iluminante D65.

O referido sistema corresponde a um universo de cor tridimensional, no qual os eixos são identificados por L*, a* e b*. O eixo L* representa a luminosidade e é quantificado em uma escala que varia de zero (preto puro) até 100 (branco puro). As coordenadas a* e b* representam as características cromáticas ao longo dos eixos verde-vermelho e amarelo-azul, respectivamente. Elas se aproximam de zero para cores neutras (branco, cinza) e aumentam de magnitude para cores mais saturadas ou intensas.

A análise de cor foi realizada em dois momentos, inicial e após a exposição ao café, a fim de se verificar a alteração total de cor de cada corpo de prova.

Os parâmetros L* (luminosidade), a* (variação verde-vermelho) e b* (variação azul-amarelo) foram coletados separadamente e utilizados para o cálculo da variação total de cor (ΔE), aplicando-se a fórmula: $\Delta E = \sqrt{(L-L_0)^2 + (a-a_0)^2 + (b-b_0)^2}$, sendo os valores obtidos a partir das leituras iniciais e após a exposição ao café.

RESULTADOS

Análise estatística

Foi realizada a análise exploratória dos dados de variação total de cor (ΔE) e luminosidade (L*) para verificação de normalidade na distribuição entre os grupos (Shapiro-Wilk; $p > 0,05$) e demais parâmetros da análise de variância (ANOVA). A análise estatística inferencial dos dados de ΔE foi realizada pelo teste ANOVA 2 critérios, considerando-se resina composta e inclinação como fatores principais. O ANOVA, em esquema de parcela subdividida, foi utilizado para os dados de L*, considerando-se o fator manchamento como subparcela do delineamento. O teste *post hoc* de Tukey foi usado para comparações múltiplas entre as médias. As análises paramétricas foram realizadas no programa estatístico SAS 9.1, com nível de significância de 5%.

Resultados

Análise estatística

Foi realizada a análise exploratória dos dados de delta E e L* para verificação de normalidade na distribuição entre grupos (Shapiro-Wilk; $p > 0,05$) e demais parâmetros da análise de variância (ANOVA). A análise estatística inferencial dos dados de delta E foi realizada pela ANOVA a 2 critérios, considerando-se resina composta e inclinação como fatores principais. A ANOVA em esquema de parcela subdividida foi utilizada nos dados de L, utilizando-se o fator manchamento como subparcela do delineamento. O teste *post hoc* de Tukey foi usado para comparações múltiplas entre as médias. As análises paramétricas foram realizadas no programa estatístico SAS 9.1, com nível de significância de 5%.

Resultados

Varição total de cor (ΔE)

De acordo com a análise estatística de ΔE , não foi notada interação significativa entre os fatores principais, resina composta \times inclinação ($p = 0,27$). Logo, os fatores principais foram analisados separadamente, e os resultados se encontram na Tabela 1. Independentemente do tipo de inclinação testada, maiores valores de ΔE foram notados para a resina composta Vittra APS, em comparação à Luna ($p < 0,0001$). Em ambas as resinas compostas, a maior variação total de cor (ΔE) foi observada na inclinação de 45° em comparação com as demais ($p = 0,02$).

Tabela 2 – Média (desvio padrão) dos valores de variação total de cor (ΔE) observados nos grupos experimentais, considerando-se as variáveis resina composta (Vittra APS e Luna) e inclinações da ponta-guia do fotoativador (0° , 20° e 45°).

Resina composta	Inclinação			
	0°	20°	45°	
Vittra APS	22,1 (2,6)	22,8 (3,9)	25,7 (3,0)	A
Luna	19,5 (3,0) b	18,1 (2,5) b	20,1 (2,8) a	B

Letras distintas representam significância estatística (2 way ANOVA/Tukey; $\alpha = 5\%$). Letras maiúsculas comparam diferenças entre as resinas compostas. Letras minúsculas comparam inclinações.

Luminosidade (L*)

Entre os dados de luminosidade, houve interação dupla entre os fatores resina composta e o manchamento ($p < 0,0001$, Tabela 2). As demais interações não foram significativas e não houve diferença entre os níveis do fator inclinação ($p > 0,05$). De acordo com os resultados, observa-se que, independentemente da inclinação utilizada, maiores valores de alteração de luminosidade, na ausência e na presença de manchamento, foram notadas para a resina composta Luna em comparação com a Vittra APS. Ambas as resinas compostas apresentaram redução significativa da luminosidade após a imersão em solução de café, em todas as inclinações testadas.

Tabela 2 – Média (desvio padrão) dos valores de L* observados nos grupos experimentais.

Resina composta	Inclinação	Manchamento	
		Não	Sim
Vittra APS	0°	85.9 (0.9) Ba	64.5 (2.9) Bb
	20°	86.6 (1.2) Ba	65.3 (4.7) Bb
	45°	86.5 (1.0) Ba	62.1 (3.3) Bb
Luna	0°	94.8 (2.3) Aa	76.1 (2.3) Ab
	20°	93.5 (1.3) Aa	76.9 (3.2) Ab
	45°	93.9 (1.1) Aa	74.6 (2.2) Ab

Médias seguidas de letras distintas representam significância estatística (Split-plot ANOVA/Tukey; $\alpha = 5\%$). Letras maiúsculas comparam diferenças entre as resinas compostas dentro de cada nível de manchamento. Letras minúsculas comparam manchamentos dentro de cada nível de resina composta.

DISCUSSÃO

O presente trabalho de pesquisa investigou os efeitos da inclinação da ponta fotoativadora na alteração de cor de duas resinas compostas. A hipótese nula proposta no presente trabalho, de que a mudança de inclinação não alteraria a estabilidade de cor das resinas nanoparticulada e nano-híbrida investigadas foi parcialmente rejeitada, já que os grupos em que a resina composta foi fotoativada com a ponta guia do aparelho posicionada a 45° apresentaram um maior manchamento que os demais grupos, em que a ponta do fotoativador foi posicionado em 0° e 20°.

O maior manchamento da resina fotoativada em 45° pode ter ocorrido pelo fato de, ao inclinar a ponta do aparelho fotoativador, haver uma considerável perda de energia

luminosa que alcança o material resinoso, e, portanto, um menor grau de conversão polimérica pode ser observado para o material. Price *et al.* (49) descrevem que, quando ocorre uma inclinação da ponta-guia do aparelho fotoativador em torno de 30°, já é possível perceber um decréscimo importante da energia fotoativadora que alcança o material a ser fotoativado. Sendo assim, uma inclinação ainda maior, de 45°, pode ter reduzido ainda mais essa energia de fotoativação, pelo maior afastamento da ponta fotoativadora, gerando uma menor intensidade de luz disponível, com conseqüente menor conversão dos monômeros em polímeros. O aumento do ângulo de inclinação da ponta-guia do fotopolimerizador em relação à superfície a ser polimerizada pode fazer com que uma parte dos feixes de luz não atinja o material resinoso, gerando áreas de sombra nas regiões periféricas e reduzindo ainda mais a exposição da resina à energia radiante (49,83).

Essa redução no grau de conversão é usualmente vinculada a uma elevação de fenômenos, como sorção de água e solubilidade (80). A sorção de água permite que o material também absorva partículas corantes, e que essas partículas sejam adsorvidas à resina composta. Já a solubilidade permite mudanças na composição interna do compósito, pela lixiviação de produtos e partículas do material, o que também pode contribuir significativamente para a alteração de cor do material (78). Assim, a resina que apresenta maior sorção de água e solubilidade aumenta também sua capacidade de sofrer manchamento (84). Essa pode ser a explicação para os resultados encontrados no presente estudo, uma vez que o aumento da inclinação do aparelho fotoativador para 45° pode ter reduzido a energia disponível para fotoativar as resinas, que, por sua vez, apresentaram uma menor conversão de monômeros em polímeros, tornando-se mais susceptíveis à incorporação de pigmentos do café em sua estrutura orgânica.

Quanto à comparação das inclinações da ponta do fotoativador, considerando a condição controle 0° e a inclinação de 20°, a hipótese nula testada no presente estudo foi confirmada, uma vez que não se observou diferença de manchamento entre os dois grupos para nenhuma das duas resinas testadas. Essa ausência de diferença pode ser justificada pelo fato de que distâncias mais aproximadas da ponta do fotopolimerizador permitem que a resina receba uma quantidade suficiente de energia que sensibilize adequadamente o sistema fotoiniciador do material (85). Acrescenta-se ainda o fato de o aparelho fotoativador usado no presente estudo ter uma elevada irradiância de 1000mW/cm², garantindo energia suficiente para uma adequada conversão dos monômeros resinosos (86). Essa fotopolimerização adequada contribui para uma maior

estabilização da rede de polímeros do material e, conseqüentemente, para uma menor incorporação de pigmentos em sua estrutura (20).

A solução de café usada como solução pigmentante, neste estudo, foi escolhida devido à sua grande utilização em estudos de manchamento de materiais odontológicos (59,66) e pelo fato de ser uma solução conhecida e utilizada em grande escala em todo o mundo. A metodologia de imersão, incluindo tempo e duração, foi definida em investigações preliminares (87), que determinaram alto grau de manchamento das resinas compostas testadas em café, e uma equivalência com dois anos e meio do seu consumo.

As resinas investigadas apresentam, em sua composição, partículas agregadas de zircônia e de estrôncio de vidro, e se classificam em nanohíbridas e nanoparticuladas. Nota-se que o menor tamanho das partículas se relaciona diretamente com melhores características do polimento observado na textura superficial e em uma reduzida presença de microfissuras. As resinas nano-híbridas seriam uma evolução das híbridas, e, quando se leva em consideração o tamanho das partículas e os resultados encontrados neste estudo, observa-se que as nano-híbridas apresentam menor manchamento, o que é compatível com resultados de outros estudos (20, 66). Em contrapartida, o presente estudo mostrou uma alteração de cor total mais elevada para a resina nanoparticulada, o que também se encontra em alguns relatos da literatura (20, 86, 88).

No presente estudo foi verificado que, independentemente do tipo de inclinação testada para o fotoativador, maiores valores de alteração total de cor (ΔE) foram notados para a resina composta Vittra APS, em comparação à resina Luna. Esse resultado se encontra em conformidade com o de outros estudos que demonstram maiores valores de sorção de água e de solubilidade para as resinas nanoparticuladas, quando comparadas com as híbridas (43, 51). O aumento da área de superfície das nanopartículas pode ser o responsável por uma maior incorporação de água na estrutura molecular do material, já que também se observa um aumento do conteúdo do silano. O silano, agente de união usado mais comumente nos compósitos odontológicos para unir cargas à estrutura monomérica, possui grupamentos hidrofílicos que se ligam à água, formando ligações tipo pontes de hidrogênio e aumentando a sorção de água nesses sítios (89). Assim, a presença dos aglomerados de partículas parece tornar os nanocompósitos mais suscetíveis à degradação em meio aquoso.

Ardu *et al.* (78), ao avaliarem os padrões de manchamento de sete diferentes resinas compostas, concluíram que os diferentes graus de manchamento dos materiais

pode ser explicado pelos distintos níveis de concentração monomérica presentes, sendo esse teor não especificado pelos fabricantes e associado diretamente ao grau de conversão dos monômeros em polímeros, após fotopolimerização.

No presente estudo, as diferentes inclinações testadas do fotoativador alteraram a luminosidade das duas resinas testadas. Provavelmente, a incorporação de pigmentos do café na superfície e no corpo das resinas compostas foi o fator responsável pela diminuição dessa luminosidade. Drubi-Filho *et al.* (2012) (90), ao avaliarem diferentes materiais restauradores, demonstraram que a realização de sucessivos ciclos de envelhecimento artificial é responsável pela diminuição gradual da luminosidade nesses materiais restauradores estéticos.

CONCLUSÃO

A inclinação da ponta-guia do aparelho fotoativador em 45° em relação ao material resinoso, durante o procedimento de fotoativação, aumentou o manchamento das duas resinas compostas testadas. Independentemente da inclinação, o maior manchamento ocorreu na resina nanoparticulada. Em relação à luminosidade, ambas as resinas apresentaram diminuição, sendo o menor valor de diminuição encontrado na resina nano-híbrida, após a imersão em café.

5.3 ARTIGO 3

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE COR DE MATERIAIS RESTAURADORES ESTÉTICOS PREPARADOS COM DIFERENTES TÉCNICAS

Oswaldo Schitini Junior, Larissa Ramos, Taís Donato, Andrea Cavalcanti, Paula Mathias

School of Dentistry, Federal University of Bahia, Salvador, Bahia, Brazil, Av. Araújo Pinho, 62 – Canela

RESUMO

Introdução – A busca por materiais restauradores usados nas técnicas direta, direta-indireta e indireta para a reprodução das formas e cores dentais tem passado por uma constante evolução no campo das pesquisas. Independentemente da técnica ou do material escolhido, o manchamento dos materiais restauradores estéticos pode ocorrer, quando expostos a alimentos que contêm corante, sendo a alteração significativa de cor uma das maiores causas de substituições das restaurações a longo prazo, em região anterior. **Objetivo** – Avaliar a estabilidade de cor de três materiais restauradores estéticos (resina composta nano-híbrida, cerâmica e cerômero), após imersão em solução de café, em cinco diferentes períodos de tempo: inicial e após 7, 14, 21 e 28 dias. **Materiais e métodos** – Foram confeccionados 40 corpos de prova para cada um dos materiais utilizados (n=10), com dimensões de 4 mm de largura, 4 mm de altura e 1 mm de espessura. Foram divididos de acordo com o material e técnica de preparo: (1) resina composta fotoativada; (2) resina composta fotoativada e aquecida; (3) cerômero; (4) cerâmica. Na confecção dos corpos de prova de resina composta pelas técnicas direta e direta-indireta de resina composta, foi utilizada uma matriz de aço inoxidável bipartida, posicionada sobre uma placa de vidro. A matriz foi preenchida com um único incremento do compósito e, então, uma tira de poliéster e um peso de 500g foram posicionados sobre a matriz e deixados por 30 segundos para o escoamento do excesso de material. Após a remoção do peso, o compósito foi fotoativado através da tira, com aparelho emissor de luz (luz emitida por diodo – LED) de amplo espectro, usado no modo padrão 1000mW/cm² (Valo Cordless, Ultradent, South Jordan, EUA). Após a fotopolimerização, os corpos de prova foram introduzidos em autoclave, numa temperatura de 127° graus, durante 15 minutos. Para a realização dos corpos de prova cerâmicos, foi realizada uma demarcação num bloco de dissilicato de lítio, na cor B1, numa área de 4.5 mm de largura, por 1.5mm de espessura. Após a demarcação, removeu-se uma lâmina com a utilização de um disco sintetizado, usando-se uma velocidade de 10mil rpm. Em seguida, foram realizados ajustes para se chegar nas medidas de 1mm de espessura por 4x 4mm de largura, utilizando-se pontas diamantadas e sinterizadas. Foi utilizado um espessímetro analógico para a checagem de medidas e, posteriormente, foram aferidas as medidas com utilização de paquímetro digital. Em seguida, foi realizada a sinterização, utilizando-se o forno (Ivoclar Vivadent Programat EP5000). Todos os grupos foram imersos em café por 28 dias, durante 48 minutos diários, e avaliados em espectrofotômetro de reflexão (UV-2600; Shimadzu) em cinco

momentos, (0, 7, 14, 21 e 28 dias). **Resultados** – Foi notada interação significativa entre os fatores material e tempo ($p < 0,001$). No Delta E 1, a maior média encontrada foi da resina composta direta-indireta. No Delta E 2, a média do compósito direto-indireto apresentou-se estatisticamente superior à de todos os demais materiais. No Delta E 3, o mesmo material apresentou o valor superior. Entretanto, diferença significativa foi notada entre os valores de resina composta direta e cerâmica. O cerômero apresentou valor intermediário. Finalmente, no delta E 4, a média da cerâmica apresentou-se estatisticamente inferior à de todos os outros grupos. A resina composta direta e a direta-indireta apresentaram valores superiores aos demais e semelhantes entre si. **Conclusão** – Todos os materiais restauradores estéticos apresentam algum grau de alteração de cor quando imersos em café, pelo período de 28 dias. As cerâmicas odontológicas apresentaram uma maior estabilidade de cor, seguidas pelo cerômero e pela resina composta. O aquecimento adicional da resina composta, realizado em autoclave, teve um efeito prejudicial na estabilidade de cor da resina composta.

Palavras-chave: restauração dental, restauração.

INTRODUÇÃO

A busca por materiais restauradores usados para a reprodução das formas e cores dentais tem passado por uma constante evolução no campo das pesquisas. As resinas compostas, desde sua introdução em 1965, têm sido o material de escolha para restaurações estéticas. Apesar de ser um excelente material, devido a baixo custo, técnica simples e ótimos níveis de resistência, alguns fatores – como polimerização insuficiente, rugosidade superficial e manchamento – podem interferir na longevidade das restaurações realizadas com esses materiais (91). Na região anterior, são muitos os desafios, sendo o manchamento dos materiais restauradores estéticos a principal causa da substituição das restaurações, e, portanto, da diminuição da longevidade das restaurações estéticas (59, 82). Diante disso, a introdução de materiais que apresentem menor manchamento tem sido proposta, a exemplo das cerâmicas, dos cerômeros e até mesmo da modificação de técnicas, com uso das resinas compostas diretas.

As cerâmicas contêm, em sua composição, cristais minerais envolvidos numa matriz de vidro, o que lhes confere uma microestrutura mais compacta e menos porosa (92). As cerâmicas se dividem em cerâmicas à base de óxidos (com pouco conteúdo vítreo) e materiais cerâmicos à base de silicatos (sistemas vítreos e cristalinos) (93). Melhores propriedades estéticas são observadas quanto maior for o conteúdo vítreo na estrutura do material.

Os cerômeros, por sua vez, são compósitos preparados pela técnica indireta e apresentam alta densidade de partículas inorgânicas, imersas em sua matriz resinosa (86). Eles foram introduzidos com o objetivo de melhorar propriedades indesejáveis das resinas, tais como a contração de polimerização, e também das cerâmicas, a exemplo de friabilidade, dificuldade de reparo e abrasividade. O aumento do conteúdo inorgânico parece ser o maior responsável por essas melhorias. Contudo, por ser preparado em uma técnica indireta, o uso de cerômeros envolve um custo adicional que parece comprometer sua indicação rotineira.

Com o intuito de viabilizar o uso das resinas compostas em restaurações mais extensas e de melhorar as propriedades dos materiais, em especial as relacionadas com a conversão de polímeros em monômeros, os aquecimentos adicionais podem ser realizados na resina composta fotoativada, antes de sua adesão à estrutura dental (94). Essa técnica, classificada como técnica direta-indireta, permite que as peças sejam confeccionadas diretamente em boca, mas não aderidas previamente, podendo ser removidas, aquecidas, polidas para, em seguida, serem cimentadas. Para Fahl (27), a técnica direta-indireta é uma opção que permite melhor controle da cor da restauração e do contorno, por parte do operador, especialmente em reconstruções unitárias centrais.

Independentemente da técnica ou do material escolhido, o manchamento dos materiais restauradores estéticos pode ocorrer quando expostos a alimentos com corante (60, 62, 64, 66). Muitos estudos mostram a interferência laboratorial e clínica do uso de bebidas corantes na estabilidade de cor de materiais restauradores, devido aos fenômenos de sorção de água e solubilidade que os materiais restauradores sofrem quando usados no ambiente bucal (66). O café tem sido demonstrado, na literatura, como uma das bebidas responsáveis pelos mais altos graus de manchamento dos materiais restauradores estéticos (41, 73, 78), além de ser uma bebida amplamente consumida ao redor do mundo.

A alteração significativa de cor de uma restauração estética é uma das maiores causas de substituições a longo prazo em região anterior (12). Uma revisão de Cochrane (95) concluiu que não existem evidências que demonstrem superioridade, na *performance* clínica, de materiais indiretos em relação a materiais diretos. Em associação a isso, ressalta-se que as técnicas diretas e (ou) diretas-indiretas com resina composta são menos custosas do ponto de vista biológico, já que demandam uma menor

necessidade de desgastes dentais. A carência de estudos que avaliem comparativamente os diferentes materiais, incluindo técnicas distintas de preparo da resina composta, quanto à estabilidade de cor, motivou o presente estudo, cujo objetivo foi avaliar a estabilidade de cor de materiais restauradores estéticos preparados com diferentes técnicas (resina composta fotoativada, resina composta fotoativada e aquecida, cerômero e cerâmica), submetidos à imersão em café e avaliados pelos períodos de 7, 14, 21 e 28 dias. A hipótese nula do presente estudo seria a de que não haveria diferença na alteração de cor dos materiais restauradores testados (resina composta, cerâmica e cerômero), independentemente da técnica de preparo utilizada, após imersão em café, nos períodos de 7, 14, 21 e 28 dias.

METODOLOGIA

Delineamento estatístico

Fator em estudo

– Material em 4 níveis independentes: cerâmica; cerômero; resina composta confeccionada pela técnica direta; resina composta confeccionada pela técnica direta-indireta.

– Tempo/Delta E, em 4 níveis dependentes: D1 (0-7); D2 (0-14); D3 (0-21); D4 (0-28)

Variável de resposta

– Delta E

Foram confeccionados corpos de prova para cada um dos materiais utilizados (n=10), sendo eles divididos de acordo com o que se apresenta na Tabela 1. Todos apresentaram dimensões de 4 mm de largura, 4 mm de altura e 1 mm de espessura. Os corpos de prova foram divididos de acordo com o material e técnica de preparo, 1) resina composta fotoativada; (2) resina composta fotoativada e aquecida; (3) cerômero; (4) cerâmica.

Quadro 1 – Materiais utilizados, com seus respectivos fabricantes, classificação e composição.

Material	Fabricante	Lote	Composição
Compósito	Luna SDI Esmalte A1	180538	Matriz: Bis-GMA; UDMA; TEGDMA e Bis-EMA. Carga: sílica não agregada; zircônia não agregada e aglomerados de partículas agregadas de zircônica/sílica. Tamanho das partículas: 40 nm – 1,5 microns com estrôncio Carga por volume: 61.0% Carga por peso: 77.5% Orgânica: estermetacrilato Inorgânica: Partículas de estrôncio de vidro
Cerâmica	Ivoclar Vivadent Dissilicato de Lítio cor HTB1	X46174	Cerâmica Cor HT B1 Bloco para CAD/CAM IPS E. max Cerec Inlab MT – Ivoclar Vivadent
Cerômero	Wilcos / Resilab Master cor C1 dentina	1700931	BisGMA, BisEMA, UDMA, TEGDMA, monômeros metacrilatos, fotoiniciadores, inibidores, pigmentos. Carga: copolímeros de resina, dióxido de silício, quartzo, silicato de bário alumínio, dióxido de silicato de alta dispersão, carga cerâmica, tamanho médio das partículas (resina híbrida de partículas finas)

Na confecção dos corpos de prova de resina composta pelas técnicas direta e direta-indireta, foi utilizada uma matriz de aço inoxidável bipartida, posicionada sobre uma placa de vidro. A matriz foi preenchida com um único incremento do compósito e, então, uma tira de poliéster e um peso de 500g foram posicionados sobre a matriz e deixados por 30 segundos para o escoamento do excesso de material. Após a remoção do peso, o compósito foi fotoativado através da tira por 20 segundos, com intensidade de luz de 1.000 mW/cm². Após a fotopolimerização, os corpos de prova foram introduzidos em autoclave, numa temperatura de 127° graus, durante 15 minutos. Em seguida, receberam um número de identificação e foram planificados e polidos em politriz metalográfica, com a utilização de lixas d'água de granulação 1200 e 2000, sob irrigação constante com água.

Para a realização dos corpos de prova cerâmicos, foi feita uma demarcação num bloco de dissilicato de lítio na cor B1, numa área de 4.5mm de largura por 1.5mm de espessura. Após a demarcação, removeu-se uma lâmina, com a utilização de um disco sintetizado, usando-se uma velocidade de 10mil rpm. Em seguida, foram realizados ajustes para se chegar nas medidas de 1mm de espessura por 4x 4mm de largura, utilizando-se pontas diamantadas e sinterizadas. Foi utilizado um espessímetro analógico para checagem de medidas e, em seguida, foram aferidas as medidas, com um paquímetro digital, e realizada a sinterização utilizando-se o forno (Ivoclar Vivadent Programat EP5000) no programa de cristalização, com as seguintes características: temperatura inicial 550°C, com vácuo 1; temperatura que sobe 90° por minuto até atingir 820°C, no vácuo 2; temperatura que sobre a 30° por minuto, atingindo 840° no último patamar. Esse ciclo teve duração de 6min, com liberação do vácuo. Nesse ciclo, realizou-se a sinterização desse material, atingindo-se, assim, sua dureza final. O material utilizado apresenta as seguintes especificações técnicas: O IPS e.max CAD é um bloco de cerâmica vítrea de dissilicato de lítio para a tecnologia CAD/CAM. Ele é fabricado através de processo inovador, o que lhe atribui excepcional homogeneidade. No estágio cristalino intermediário, o bloco pode ser facilmente fresado com o equipamento CAD/CAM. A invulgar cromatização, que é característica dos blocos pré-cristalizados do IPS e.max CAD, varia entre branco, azul e cinza azulado. Essa cor é criada pela microestrutura e pela composição da cerâmica vítrea. A resistência do material, nessa fase intermediária, é de 130-150 MPa. Após a fresagem, os blocos de IPS e.max CAD podem ser cristalizados num forno cerâmico da Ivoclar Vivadent. Em contraste com algumas outras cerâmicas CAD/CAM, esses blocos podem ser cristalizados em aproximadamente 20 a 31 minutos, e eles não contraem de modo significativo nem requerem complicados processos de infiltração. O processo de cristalização, que é terminado em 20 a 25 minutos, a 840-850°C (1544-1562°F), produz a alteração da microestrutura, que é o resultado de um crescimento controlado dos cristais de dissilicato de lítio. No processo de fresagem, o *software* leva em conta essa densificação resultante de 0,2 %. A transformação da microestrutura possibilita todas as propriedades físicas finais, com 360 MPa de resistência e as respectivas propriedades ópticas.

Na confecção dos corpos de prova de cerômero foi utilizada uma matriz de aço inoxidável bipartida, posicionada sobre uma placa de vidro. A matriz foi preenchida

com um único incremento do cerômero e, então, uma tira de poliéster e um peso de 500g foram posicionados sobre ela e deixados por 30 segundos para o escoamento do excesso de material. Após a remoção do peso, o cerômero foi fotoativado através da tira, por 40 segundos, com intensidade de luz de 1.200 mW/cm². Em seguida, receberam um número de identificação e foram planificados e polidos em politriz metalográfica, com a utilização de lixas d'água de granulação 1200 e 2000, sob irrigação constante com água.

Quadro 1 – Divisão dos grupos de acordo com o material e a técnica de confecção dos corpos de prova

GRUPO	MATERIAL/TÉCNICA
G1	Resina composta fotoativada
G2	Resina composta fotoativada e aquecida
G3	Cerômero
G4	Cerâmica

Após a divisão, os corpos de prova receberam um número de identificação e foram armazenados individualmente em frascos com água destilada.

PROTOCOLO DE MANCHAMENTO

Para o processo de envelhecimento dos corpos de prova, eles foram imersos em 5mL de uma solução de café por 48 minutos, uma vez ao dia, durante 28 dias, sendo que, durante o período de imersão, cinco leituras colorimétricas dos corpos de prova foram realizadas em momentos distintos: 0, 7, 14, 21 e 28 dias. Os corpos de prova foram armazenados isoladamente em 5mL de água destilada trocada diariamente.

ENSAIOS EXPERIMENTAIS

Avaliação dos parâmetros de cor segundo sistema CIEL*a*b*

As medidas iniciais de cor foram realizadas em um espectrofotômetro de reflexão (UV-2600; Shimadzu), utilizando-se o programa UV Probe (Shimadzu), no qual serão obtidos espectros de reflectância dos corpos de prova em um espectro de luz visível de 380 a 780nm. No procedimento, os corpos de prova foram posicionados no equipamento com auxílio de um gabarito, o que permitiu a reprodução de seu posicionamento. Em seguida, os espectros de cada corpo de prova foram transportados para o programa Color Analysis, para avaliação de cor, observando-se os parâmetros do sistema CIEL*a*b* (Commission Internationale de L'Eclairage), com padronização do

iluminante D65. O referido sistema corresponde a um universo de cor tridimensional, no qual os eixos são identificados por L^* , a^* e b^* . As distâncias equivalentes entre as coordenadas correspondem às diferenças de cores semelhantes em sua percepção. O eixo L^* representa a luminosidade de um objeto e é quantificado em uma escala que varia de zero (preto puro) até 100 (branco puro). As coordenadas a^* e b^* representam as características cromáticas do objeto ao longo dos eixos verde-vermelho e amarelo-azul, respectivamente. Elas se aproximam de zero para cores neutras (branco, cinza) e aumentam de magnitude para cores mais saturadas ou intensas.

As avaliações colorimétricas foram realizadas em todos os corpos de prova, em 5 momentos distintos, inicialmente, antes da imersão em solução de café, e após a imersão em café, com 7, 14, 21 e 28 dias.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada a análise exploratória dos dados para verificação de adequação aos parâmetros da análise de variância (ANOVA). A análise estatística inferencial dos dados de cada material foi feita pela ANOVA, em esquema de Medidas Repetidas no Tempo. O teste *post hoc* de Tukey foi usado para comparações múltiplas entre as médias. As análises foram realizadas no programa estatístico JAMOVI, com nível de significância de 5%.

Resultados

Foi notada interação significativa entre os fatores material \times tempo ($p < 0,001$). Essa interação foi desdobrada, e os resultados se encontram-se na Tabela 1. Nem a cerâmica nem o cerômero apresentaram diferenças significativas entre os Deltas E testados. Nas resinas compostas direta e direta-indireta, médias semelhantes foram observadas entre delta E 1 e delta E 2, ambas estatisticamente inferiores às notadas nos Delta E 3 e 4.

A variação total de cor entre os materiais em cada período de Delta E apresentou comportamento distinto. No Delta E 1, a maior média encontrada foi da resina composta direta-indireta, a qual diferiu significativamente da observada em cerâmica e cerômero. A resina composta direta apresentou comportamento intermediário nesse intervalo de avaliação. No Delta E 2, a média do compósito direto-indireto apresentou-se estatisticamente superior à de todos os demais materiais. No Delta E 3, o mesmo material apresentou valor superior. Entretanto, diferença significativa foi notada entre os

valores de resina composta direta e cerâmica. O cerômero apresentou-se intermediário entre eles. Finalmente, no Delta E 4, a média da cerâmica apresentou-se estatisticamente inferior à de todos os outros grupos. A resina composta direta e a direta-indireta apresentaram valores superiores aos das demais, e semelhantes entre si.

Tabela 2 – Média (desvio padrão) dos valores de Delta E observados nos grupos experimentais.

Material	Tempo			
	D1 (0-7)	D2 (0-14)	D3 (0-21)	D4 (0-28)
Cerâmica	3.06 (1.24) Ba	2.87 (0.73) Ba	3.24 (0.99) Ca	3.48 (0.89) Ca
Cerômero	2.98 (1.11) Bb	3.78 (0.85) Bab	5.0 (1.03) BCa	5.66 (1.23) Ba
Resina fotoativada	3.43 (0.73) ABb	4.74 (0.95) Bb	6.48 (1.48) Ba	7.36 (1.17) Aa
Resina fotoativada aquecida	5.60 (1.72) Ab	7.04 (1.93) Ab	9.20 (1.95) Aa	9.05 (1.43) Aa

Médias seguidas de letras distintas representam significância estatística (Repeated Measures ANOVA /Tukey; alfa=5%). Letras maiúsculas comparam diferenças entre materiais dentro de cada nível de tempo. Letras minúsculas comparam o fator tempo dentro de cada nível de materiais.

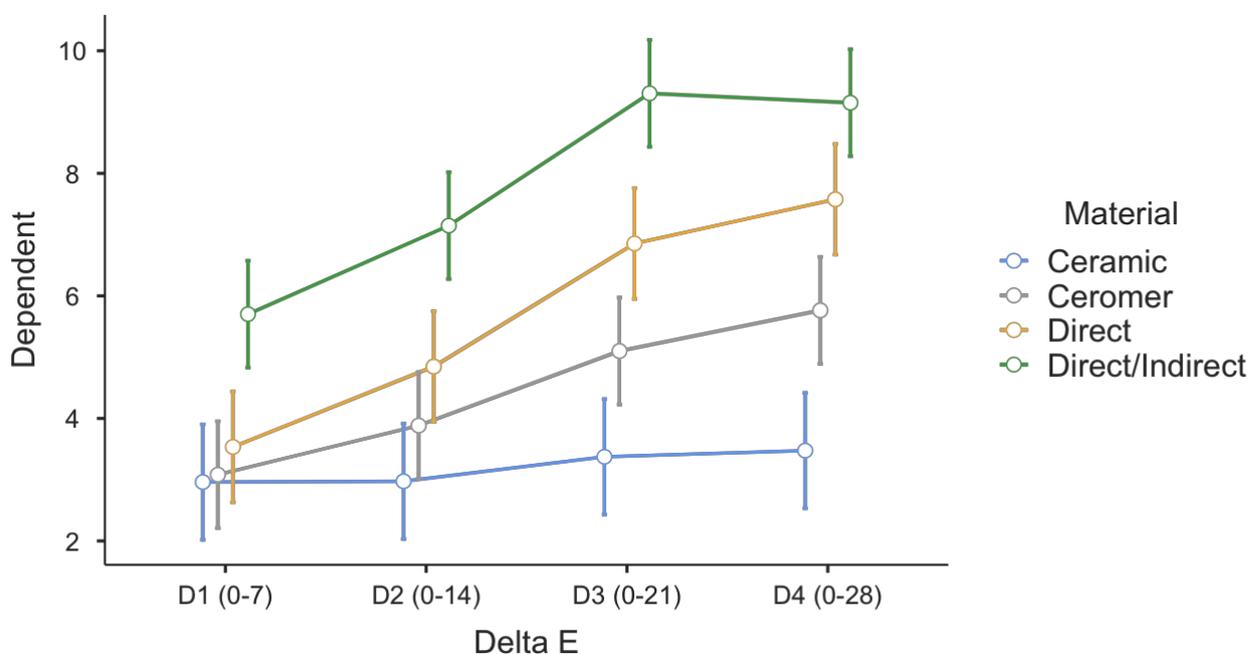


Figura 1 – Valores de Delta E x Material.

A análise de cor foi realizada em cinco momentos: (1) inicial - 0 dias; (2) após o primeiro período de envelhecimento - 7 dias; (3) após o segundo período de envelhecimento - 14 dias; (4) após o terceiro período de envelhecimento - 21 dias; e (5) dias, após quarto período de envelhecimento - 28 dias. A fim de verificar a alteração de cor causada pelo processo de escovação pelo consumo de café, os parâmetros L* (luminosidade), a* (variação verde-vermelho) e b* (variação azul-amarelo) foram analisados separadamente, e os respectivos valores foram utilizados para o cálculo da variação total de cor (ΔE), aplicando-se a fórmula: $\Delta E = \sqrt{(L-L_0)^2 + (a-a_0)^2 + (b-b_0)^2}$. Os valores obtidos nas análises de cor foram utilizados para cálculo da variação total de cor ΔE_1 , ΔE_2 e ΔE_3 , ΔE_4 e ΔE_5 , nas quais os deltas, correspondem sempre à variação entre cor inicial e após o respectivo período de envelhecimento.

DISCUSSÃO

A hipótese nula do presente estudo - de que não haveria diferença na alteração de cor entre os materiais restauradores testados (resina composta, cerâmica e cerômero), independentemente da técnica de preparo, após imersão em café - foi rejeitada, já que todos os grupos apresentaram manchamento em diferentes graus, sendo um maior manchamento observado para a resina composta preparada na técnica direta-indireta, nos períodos de 7, 14 e 21 dias. O manchamento observado após 28 dias de imersão em café mostrou ausência de diferenças da alteração total de cor (ΔE) entre a resina composta fotoativada e a resina fotoativada e aquecida.

Neste estudo, a menor alteração de cor observada, ao longo dos 28 dias de imersão na solução de café, foi encontrada no grupo das cerâmicas, seguido do grupo dos cerômeros. Uma maior alteração da estabilidade de cor foi encontrada no grupo dos compósitos, independentemente da técnica usada para sua confecção. A manutenção da cor dos materiais estéticos é uma das principais características para o sucesso e longevidade de tratamentos restauradores. Sabe-se que uma alteração total de cor acima de $\Delta E=3,3$ é considerada perceptível e inaceitável do ponto de vista estético (82). Para o grupo das cerâmicas, apenas no último período de avaliação foi notada uma alteração total de cor de $\Delta E=3,48$. A cerâmica, na literatura, é apresentada com maior estabilidade de cor entre os materiais investigados. Para Palla *et al.* (96), e Abdalkadeer *et al.* (97), o fator decisivo para essa manutenção é a presença da camada mais superficial de *glaze*.

Ao investigar o dissilicato de lítio, esses autores perceberam que o grupo de dissilicato de lítio não glazeado demonstrou maior manchamento ao chá, com um $\Delta E=4.99$, enquanto o grupo glazeado apresentou ΔE inferior a 1. No presente estudo, uma possível explicação para essa alteração total de cor ultrapassar o valor de ΔE 3,3 seria justamente a ausência da camada de *glaze*. A ausência desse selamento ou glazeamento resultaria em um aumento da rugosidade superficial, e, conseqüentemente, em maior penetração da água e dissolução das redes sílicas, resultando em uma redução da cristalinidade e um aumento da absorção de partículas corantes, como as presente no café.

Ressalta-se, porém, que os resultados deste trabalho foram congruentes com os trabalhos da literatura que evidenciam maior estabilidade de cor para os materiais cerâmicos (100), já que a cerâmica foi o único material testado que não alterou a estabilidade de cor ao longo dos 28 dias de avaliação colorimétrica, e não se observaram diferenças estatísticas significativas da alteração total de cor (ΔE) entres os períodos de tempo analisados. Para os demais materiais testados, notaram-se diferenças significativas ao longo do tempo, sendo a maioria delas mais evidentes a partir do dia 21 de imersão no café. Esse fato pode ser explicado pela interface vítrea e cristalina do material, que determina melhores propriedades de espalhamento de luz. Devido a suas propriedades mecânicas e sua composição, os componentes óticos das cerâmicas são superiores aos das resinas compostas, as quais apresentam moléculas com maior hidrofília.

A resina utilizada, neste estudo, foi a classificada como nano-híbrida, que apresenta a composição de nanotecnologia, o que determina, um tamanho de partículas de até 100nm (31). Quando comparada a outros materiais testados (cerômero e cerâmica), apresentou o maior grau de alteração total de cor. Isso pode ser explicado pelos altos níveis de estrutura orgânica presentes no material, representados pelos componentes monoméricos (78). A resina usada no presente estudo apresenta, em sua composição, um composto orgânico de monômeros: Bis-GMA; UDMA; TEGDMA e Bis-EMA. Todos esses monômeros apresentam grupamentos hidrofílicos em sua composição, o que os torna mais propensos aos fenômenos de sorção de água na estrutura polimérica do material. O fato de ser um compósito formado por nanopartículas parece estar associado a uma elevada degradação no meio oral, devido à maior área de superfície (20 nm sílica) das partículas expostas. Com uma maior área de

partículas expostas, observa-se uma maior quantidade de íons que são retirados da superfície das partículas de carga. Adicionalmente, o agente de união (silano), associado às partículas, é mais propenso a desenvolver hidrólise. A água, em contato com as partículas de sílica, quebra as ligações adesivas do silano e facilita a descolagem das partículas. Logo, observa-se que maiores níveis de sorção de água e de solubilidade são reportados nos grupos das resinas compostas, o que as torna mais propensas à lixiviação de íons e à hidrólise do agente de união silano, com perda das partículas e pela hidrofiliabilidade monomérica, que se caracteriza pela afinidade da resina ao manchamento, modulada pelo grau de sorção e da matriz (43).

O grupo de resina composta, que teve complementada sua fotoativação com o aquecimento em autoclave, representando a técnica direta-indireta das confecções das restaurações, apresentou, juntamente com a resina composta fotoativada, valores de alteração total de cor superiores aos dos demais materiais e semelhantes entre si. Aquecimentos podem ser utilizados para melhorar as propriedades mecânicas das resinas compostas, em especial o grau de conversão, com consequente melhora na estabilidade de cor. Nesse estudo, não foram verificadas melhorias na estabilidade de cor no grupo das resinas aquecidas. Estudos prévios determinaram que não houve melhorias na conversão monomérica e na força flexural de resinas aquecidas. Graziolli *et al.* (2019) (101), ao investigarem os efeitos do aquecimento a 121° graus por 6 minutos em autoclaves em uma resina nano-híbrida, não perceberam melhorias nas propriedades óticas do grupo de compósitos. Fróes-Salgado *et al.* (2010) (94), ao avaliarem os efeitos do aquecimento no grau de conversão das resinas compostas, não identificaram melhorias nas cadeias poliméricas formadas. Uma das possíveis explicações para esse fato é que, quando o compósito é aquecido a uma alta temperatura e removido do dispositivo de aquecimento, a temperatura pode cair 40% no primeiro minuto após a retirada. Considerando esse decréscimo, é possível que a temperatura da resina não seja o suficientemente significativa para melhorar suas propriedades (40).

Já o grupo dos cerômeros apresentou um manchamento superior ao das cerâmicas, e, em contrapartida, inferior ao das resinas compostas. Esse resultado está de acordo com o estudo de Khairallah & Hokayem (2009) (102), que, ao avaliarem o desempenho clínico de restaurações *inlay* utilizando cerômero e restaurações cerâmicas puras, constataram maior estabilidade de cor para as restaurações em cerâmica, apesar

de relatarem maior taxa de sobrevivência para as restaurações realizadas com cerômero. O fato de os cerômeros, neste estudo, apresentarem um menor manchamento que as resinas, pode ser explicado pela composição do material, com maior conteúdo inorgânico, e, portanto, menor propensão à lixiviação de íons e consequente sorção de água e de corantes provenientes da dieta.

O café tem sido uma solução largamente utilizada na literatura para avaliar o grau de manchamento nos materiais odontológicos. O caráter ácido dessa bebida, com um pH por volta de 5,25, de acordo com Zimmeli *et al.* (74), é responsável por potencializar os fenômenos de sorção de água, com uma maior permeabilidade de partículas corantes, responsáveis pelo manchamento dos materiais (40). O potencial cromógeno dessa bebida parece estar relacionado com a sua coloração escura, que eleva a penetração e a incorporação de substâncias pigmentantes, tais como o tanino, cafeína e ácido cafeínico às matrizes poliméricas dos compósitos, causando um manchamento extrínseco (9, 28, 70, 71). A metodologia de imersão, para este estudo, se baseou em investigações prévias desse grupo de pesquisa (87), que determinaram ser esse padrão de tempo e frequência de imersão responsável pelo maior grau de manchamento das resinas testadas em café (87).

Dessa forma, observou-se, com este estudo, ao investigar os diferentes materiais restauradores e suas respectivas técnicas de confecção, que a maior alteração de cor ocorreu no grupo das resinas compostas termoativadas. Apenas o grupo das cerâmicas apresentaram um ΔE aceitável esteticamente. As resinas compostas diretas apresentaram o maior manchamento. Mais estudos comparativos devem ser realizados para se avaliar o comportamento ótico dos materiais restauradores diretos e indiretos.

CONCLUSÃO

Todos os materiais restauradores estéticos apresentam algum grau de alteração de cor, quando imersos em café pelo período de 28 dias. As cerâmicas odontológicas apresentam uma maior estabilidade de cor, seguida pelo cerômero e pela resina composta. O aquecimento adicional da resina composta, realizado em autoclave, teve um efeito prejudicial na estabilidade de cor.

6. DISCUSSÃO

A estabilidade de cor dos materiais utilizados nas reconstruções anteriores, diretas e indiretas, é uma característica crucial para sua manutenção. Manchamentos são responsáveis pelas trocas dessas restaurações. Para Ertas *et al.* (59), restaurações anteriores falham especialmente por alteração de cor. Diante disso, investigar os materiais utilizados nas diversas técnicas empregadas é de extrema importância para se compreender sua longevidade e o conseqüente sucesso das restaurações. Para Demarco *et al.* (52), o questionamento relacionado à durabilidade dos materiais utilizados é uma realidade. Os autores propõem uma reflexão atualmente pertinente, especialmente, em relação à aplicação dessas restaurações, desconsiderado o *follow up* desses materiais e as repercussões do processo fisiológico de envelhecimento, com conseqüente manchamento.

Aliado aos fenômenos de manchamento, em especial pela técnica direta, o sucesso restaurador depende de fatores inerentes à técnica operatória, como a fotopolimerização. Estudos mostram que falhas durante essa etapa são as grandes responsáveis pelos fenômenos de sorção e solubilidade das resinas compostas (43, 49, 79, 98). A escolha do compósito também é um fator que contribui para um melhor potencial estético. Quando se comparam os materiais restauradores utilizados, se observa, na literatura, que manchamentos corantes são mais comuns em materiais utilizados pela técnica direta do que pela indireta. Tendo em vista a necessidade de compreender o processo de envelhecimento dos materiais restauradores utilizados na confecção de facetas estéticas, o presente trabalho avaliou o manchamento nas cerâmicas utilizadas na técnica indireta, cerômeros e resinas compostas nanoparticuladas e nano-híbridas tanto na técnica direta como na técnica direta-indireta. E investigou ainda os efeitos da mudança de angulação na ponta fotoativadora durante o protocolo das resinas compostas, sendo esse material sabidamente o que é mais passível de sofrer alteração de cor.

Sulaiman *et al.* (103), ao avaliarem os principais motivos de falha das restaurações utilizando dissilicato de lítio e zircônia, determinaram que, ao longo de 7,5 anos, de um total de 188.695 restaurações indiretas, sendo 2.170 laminadas, ocorreu fratura em 25 delas. As fraturas são a principal causa de falha desses materiais para os autores mencionados. Avaliar, a longo prazo, o uso de cerâmicas, ainda não é tão

frequente na literatura, pois o que se observa são estudos *in vitro*. Diante disso, verifica-se a necessidade desses estudos prospectivos, pois fraturas são comuns nas restaurações cerâmicas, e a alteração de cor, uma das principais responsáveis pelas trocas dessas facetas, também ser um fator que deve ser avaliado. No nosso estudo, o grupo das cerâmicas foi o que apresentou um menor manchamento ao café, e um ΔE inferior a 3,48 em todos os intervalos de tempo avaliados ao longo dos 28 dias.

Apesar de alterações de cor não serem tão esperadas nas restaurações indiretas com cerâmica, elas podem acontecer. É o que comprovaram Palla *et al.* (96). Eles investigaram dissilicato de lítio, com camada de glaze e sem ela, com imersão em soluções de café, chá preto e vinho tinto. Os autores determinaram que o grupo de cerâmicas sem glaze apresentaram um ΔE inaceitável esteticamente ($>4,0$). Clinicamente, ajustes após a cimentação dessas peças devem levar em consideração a maior possibilidade de manchamento a longo prazo, quando se remove a camada de glaze. Esse mesmo resultado foi encontrado por Abdalkadeer *et al.* (97), ao investigarem facetas de porcelana (Zircon E-mex press e E-max CAD/CAM), imersas em refrigerante à base de cola, com glaze e polidas. Determinaram que o ΔE das facetas polidas sem glaze foi inaceitável ($>5,3$). Neste estudo, não investigamos o efeito do glazeamento nas amostras de cerâmica dissilicato de lítio (Emex). Apesar disso, concluímos que esse foi o grupo manteve o menor manchamento. É importante clinicamente manter a camada de glaze, especialmente depois de ajustes após a cimentação final.

Em relação ao uso dos compósitos, a literatura já apresenta uma maior consolidação científica, em especial estudos que investigam o *follow up* das restaurações diretas. Importante atenção deve ser dispensada para os protocolos que podem interferir na estabilidade de cor. Estudos recentes demonstram que falhas na fotopolimerização podem gerar deficiências na matriz orgânica das resinas, com consequente falhas (43, 49, 79, 98).

Neste estudo, quanto aos efeitos da mudança de inclinação da ponta fotoativadora, o que se percebeu foi a inexistência de diferença estatística entre diversas inclinações testadas. Mas, para ambas as resinas, quando fotoativadas com mudança de 45° graus, o ΔE aumentou proporcionalmente. É interessante notar que outro fator relevante relacionando ao protocolo de trabalho na técnica direta é a escolha do sistema dos

compósitos. Neste estudo, as resinas nanoparticuladas (Vittra – FGM) apresentaram um maior manchamento, independentemente da inclinação de fotoativação testada, quando comparadas às nano-híbridas (Luna – SDI). Em contrapartida, as nano-híbridas apresentaram uma melhor manutenção da luminosidade em relação às nanoparticuladas. Para Ozkanoglu S. & Akin E. G. (99), as resinas nano-híbridas são mais resistentes a descoloração externa e a mudanças na dureza.

Esses achados demonstram a importância de se compreenderem as características específicas de cada um dos sistemas resinosos. Desde que Mitra *et al.* (19) introduziu o conceito de nanotecnologia no campo das resinas compostas, os compósitos com nanopartículas têm sido a escolha para restaurações em dentes anteriores. Eles se consagraram na literatura pelas suas excelentes propriedades ópticas e estéticas. O fato é que, neste estudo, o manchamento das nanoparticuladas foi maior, e provavelmente se deu pela característica das partículas (0-100 μm), o que seria controverso, devido ao fato de partículas menores apresentarem melhores propriedades estéticas, mas também serem mais afetadas pelo manchamento (20, 86, 88). Ou ainda pelo fato de a resina utilizada apresentar tecnologia APS (Advanced Polymerization System), o que diminui a quantidade de canforoquinona, responsável pelo maior amarelamento dos compósitos após a fotoiniciação. Para Alzraikah *et al.* (20), as resinas nanoparticuladas apresentam um maior manchamento devido ao fato de apresentarem uma maior área de superfície. Logo, são mais propensas à lixiviação de íons e à hidrólise do agente de união silano. Ou ainda também devido à fraca penetração do silano, o que faz com que essa classe de resinas seja mais suscetível à degradação.

Independentemente do grau de inclinação testada, o que se observou foi que, no estudo 2, houve um maior manchamento das amostras de resina composta. Nesse estudo, foi utilizada, a resina nano-híbrida (LUNA -SDI) e nanoparticulada (VITTRA – FGM). Ambas apresentaram manchamento. No estudo 3, a amostra, que teve sua fotopolimerização complementada com a termoativação, apresentou um maior manchamento quando comparada com a amostra com fotoativação convencional. É interessante notar que, no estudo de Gugelmin *et al.* (34), o calor também não foi responsável por uma melhora na estabilidade de cor em resinas compostas microparticuladas (Z100 MNCR; Durafill), e micro-híbridas (Herculite Classic). Os autores sugerem, como explicação para esse fato, que, quando uma amostra de resina

composta é aquecida a 60°C, tende a diminuir sua temperatura em 40%, no primeiro minuto. Ainda Daronch *et al.* (104), ao investigarem resinas híbridas e nanoparticuladas, verificaram que as amostras não tiveram alteração no grau de conversão após serem aquecidas a uma temperatura de 60°C.

Nesse contexto, os achados revelados nesta tese tornam-se de grande relevância para o entendimento do envelhecimento dos diversos materiais restauradores e de suas implicações na prática clínica restauradora.

Volta-se a enfatizar que o processo de desgaste, seja do dente ou dos materiais restauradores, é uma realidade que deve ser analisada tanto no momento da restauração como a longo prazo, tendo em vista que o apelo estético social pelo uso de facetas é relevante atualmente, e que esse entendimento, por parte do cirurgião-dentista, é importante.

O presente estudo ao ressaltar a importância da investigação dos efeitos do envelhecimento dos materiais restauradores, fornece informações importantes para a escolha desses materiais.

7. CONCLUSÃO

Diante dos achados obtidos a partir do artigo de revisão e dos trabalhos originais, podem-se apresentar as conclusões a seguir apresentadas.

A exposição ao café promoveu alteração de cor em compósito nanoparticulado Filtek Z 350 XT 3M Espe na cor A1, em todos os protocolos de imersão investigados, sendo o maior manchamento encontrado nos grupos que sofreram trocas diárias da solução e maior período de exposição ao café.

Com a realização deste estudo, não foi encontrada diferença significativa entre as diversas inclinações testadas durante a fotoativação. Independentemente das inclinações, as resinas nanoparticuladas apresentaram um maior manchamento, que foi maior quando a inclinação foi acima de 45 graus, em resinas nanoparticuladas e nano-híbridas. Em relação à luminosidade, menores valores de alteração foram encontrados nas resinas nano-híbridas. Contextualizando para a prática clínica, percebe-se que as resinas nanoparticuladas estão mais sujeitas ao manchamento, e cuidados com a inclinação da ponta fotoativadora devem ser tomados.

Dos materiais restauradores utilizados em restaurações estéticas testados, todos apresentaram alteração na estabilidade de cor ao longo dos 28 dias de imersão em café com um ΔE inaceitável esteticamente. As cerâmicas demonstraram menor potencial de manchamento. A resina composta direta e a direta-indireta apresentaram valores superiores aos dos demais materiais e semelhantes entre si. O cerômero, por sua vez, mostrou-se intermediário entre todos os grupos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chico Buarque de Holanda. Meu guri. 1981
2. Smales R.J, Gerke D.C. Clinical evaluation of four anterior composite resins over five years. *Dent Mater* 1992 8:246-251.
3. Jan W. V. Van Dijken, Ulla Pallesen. Fracture frequency and longevity of fractured resin composite, polyacid-modified resin composite, and resin-modified glass ionomer cement class IV restorations: an up to 14 years of follow-up. *Clin Oral Invest* 2010 14:217–222.
4. Siegward D. Heintze, Valentin Rousson, Reinhard Hickelca R. Clinical effectiveness of direct anterior restorations—A meta-analysis. *Dental Materials* 2015 3:481–495.
5. Freire A, Archegas LR. Porcelain laminate veneer on a highly discolored tooth: a case report. *J Can Dent Assoc* 2010; 76: 126.
6. Granell Ruiz M, Agustin Pandero R, Fons Font A, Roman Rodriguez JL, Sola Ruiz MF. Influence of bruxism on survival of porcelain laminate veneers. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2014; 1 (19) 5:426-432.
7. Souza E, Silva e Souza Junior, Lopes F, Osternack F. Facetas estéticas indiretas em porcelana 2002; 1(3): 256-262
8. Manhart J, HY Chen, G Hamm, R Hickel. Review of the Clinical Survival of Direct and Indirect Restorations in Posterior Teeth of the Permanent Dentition. *Operative Dentistry*, 2004; 29: 481-508.
9. Tuncer D, Karaman E, Firat E. Does the temperature of beverages affect the surface roughness, hardness, and color stability of a composite resin?. *Eur J Dent* 2013;7:165-71.

10. Bezgin T, Ozer L, Tulga Oz, Ozkan P. Effect of Toothbrushing on Color Changes of Esthetic Restorative Materials Jour of Esthe and Rest Dentis 2015;27:65–73.
11. Ceci M, Viola M, Rattalino D, Beltrami R, Colombo M, Poggio C. Discoloration of different esthetic restorative materials: spectrophotometric evaluation European Journal of Dentistry 2017;11: 149-155
12. Ertas E, Guler A, Yucel A, Koprulu H, Guler E. Color stability of resin composites after immersion in diferents drinks. Dent Mat Jour 2006;25(2):371-376.
13. Anfe, T.E.A.; Agra, C.M.; Vieira, G.F. Comparação de duas técnicas de fotoativação na sorção e solubilidade de resinas compostas em solução de etanol. Journal of Biodentistry and Biomaterials - Universidade Ibirapuera São Paulo 2011; (1) 61-67.
14. Awliya WY, Al – Alwani D, Gashmer ES, Al- Mandil, HB.The effect of commonly used types of coffee on surfasse microhardness and color stability of resin-based composite restorations. The Saudi Dental Journal. 2010; 22:177-181
15. Topcu FT, Sahinkesen G, Yamanel K, Erdemir U, Oktay EA, Ersahan S.Influence of Different Drinks on the Colour Stability of Dental Resin Composites. Eur J Dent. 2009; 3:50-56
16. Magne, P. Bresler U. Restaurações adesivas de porcelana na dentição anterior: uma abordagem biomimética. São Paulo, Quintessence, 2003.
17. Chandrasekhar V, Rudrapati L, Badami V, Tummala M. Incremental techniques in direct composite restoration. J Conserv Dent. 2017 Nov-Dec;20(6):386-391. doi: 10.4103/JCD.JCD_157_16. PMID: 29430088; PMCID: PMC5799982.

18. Lutz F, Phillips RW. (1983) A Classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent*, 50: pp. 480-8
19. Mitra SB, Wu D, & Holmes BN (2003) An application of nanotechnology in advanced dental materials *Journal of the American Dental Association* 134(10), pp. 1382-1390
20. Alzraikat H, Burrow MF, Maghaireh GA, Taha NA. (2018) Nanofilled Resin Composite Properties and Clinical Performance: A Review. *Oper Dent*. 43(4), pp 173-190.
21. Sadaqah Nasrin R. Ceramica laminate veneers: materials advances and selection. *Open J of Stomatology*, 4, 268-279.2014.
22. Wassell RW, Walls A, McCabe JF. Direct composite inlays versus conventional composite restorations: 5-year follow-up .*Journal of Dentistry* 2000; 28:375–382.
23. Conceição EM. Restaurações estéticas: compósitos, cerâmicas e implantes. [Porto Alegre]: Artmed, 2005
24. Anne Peutzfeldt, Erik Asmussen, Mechanical properties of three composite resins for the inlay/onlay technique 1991; 66, 3.
25. Shellard E, Duke ES. Indirect resin composite materials for posterior applications. *Compendium of Continuing Education in Dentistry* 1999; 20:1166–71
26. Ozgünlaltay G, Yazici AR, Görücü J. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives. *J Oral Rehabil*. 2003 Feb;30(2):218-24. doi: 10.1046/j.1365-2842.2003.01022.x. PMID: 12535151.
27. Newton Fahl Jr. The direct/indirect composite resin veneers: a case report. *The international aesthetic chronicle*. 1996

28. Claudio Poggio, Matteo Ceci, Ricardo Beltrami, Maria Mirando, Jaffal Wassim, Marco Colombo. Color Stability of esthetic restorative materials: a spectrophotometric analysis. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica* 2016; 2:1, 95-101. DOI: 10.1080/23337931.2016.1217416.
29. Santana IL, Lodovici E, Matos JR, Medeiros IS, Miyazaki CL, Rodrigues-Filho LE. Effect of experimental heat treatment on mechanical properties of resin composites. *Braz Dent J.* 2009;20(3):205-10. doi: 10.1590/s0103-64402009000300006. PMID: 19784465.
30. Ceci M, Viola M, Rattalino D, Beltrami R, Colombo M, Poggio C. Discoloration of different esthetic restorations materials: a spectrophotometric evaluation. *European Journal of Dentistry* 2017; 11:149-56. DOI: 10.413/ejd_313_16.
31. Tuncer D, Karaman E, Firat E. Does the temperature of beverages affect the surface roughness, hardness, and color stability of a composite resin?. *Eur J Dent* 2013; 7:165-71.
32. Johnston WM, Kao EC. (1989) Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res.* 68(5), pp.819-822. doi:10.1177/0022034589068005130.
33. Gaurav Sharma, Wencheng WU, Edul N. Dalal. The CIEDE2000 color-difference formula: implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color research and application*, 2004, 20. 21-30.
34. Gugelmin BP, Miguel LCM, Baratto Filho F, Cunha LFD, Correr GM, Gonzaga CC. Color Stability of Ceramic Veneers Luted With Resin Cements and Pre-Heated Composites: 12 Months Follow-Up. *Braz Dent J.* 2020 Jan-Feb;31(1):69-77. doi: 10.1590/0103-6440202002842. PMID: 32159709.
35. Munsell A.H. A color notation. Baltimore; Munsell Color, Co, 1981
36. Miller L. Organising colour in dentistry. *J Am Dent Assoc* 1987, 26E-40E.

37. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J*. 2001;190(6):309-316. doi:10.1038/sj.bdj.4800959.
38. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent*. 2004, n 45, v8, 615-620. 1903.
39. Ardu S, Duc O, Di Bella E, Krejci I, Daher R. Color stability of different composite resins after polishing [published correction appears in *Odontology*. 2018 Feb 22. *Odontology*. 2018;106(3):328-333. doi:10.1007/s10266-017-0337-y.
40. Vitoria LA, Santos SRB, Donato TR, Cavalcanti AN, Mathias P. Diffusion dynamics of three composite resin exposed to various means presentes in daily life of patients. *International Journal of development research*, 08, 4 20092-20098, 2018.
41. Choi JW, Lee MJ, Oh SH, Kim KM. (2019) Changes in the physical properties and color stability of aesthetic restorative materials caused by various beverages. *Dent Mater J*.;38(1), pp.33-40. doi:10.4012/dmj.2017-247.
42. Butt SM, Sultan MT. Coffee and its consumption: benefits and risks. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2011, 51, 4. <https://doi.org/10.1080/10408390903586412>.
43. Da Silva EM, Almeida GS, Poskus LT, Guimarães JG. Relationship between the degree of conversion, solubility and salivar sorption of a hybrid and a nanofilled resin composite. *J Appl Oral Sci*. 16 (2), pp 161-166. DOI:10.1590/s1678-77572008000200015
44. Ferracane J, Watts DC, Barghi N, Ernst CP, Rueggeberg FA, Shortall A, Price RB, Strassler HE. 2013. Effective use of dental curing lights a guide for the dental practioner. *ADA Professional Products Rev*.

45. Price RB, McLeod ME, Felix CM. Quantifying light energy delivered to a Class I restoration. *J Can Dent Assoc.* 2010;76:a23.
46. Strassler HE, Price RB. Understanding light curing, Part I. Delivering predictable and successful restorations. *Dent Today.* 2014 May;33(5):114, 116, 118 passim; quiz 121. PMID: 25283042.
47. Fan PL, Schumacher RM, Azzolin K, Geary R, Eichmiller FC. 2002. Curing light intensity and depth of cure of resin based composites tested according to international standarts. *J Am Dent Assoc* 133 (4):429-434.
48. Price RB, Ferracane JL, Shortall AC. Light-Curing Units: A Review of What We Need to Know. *J Dent Res.* 2015;94(9):1179-1186. doi:10.1177/0022034515594786
49. Price RB, McLeod ME, Felix CM. Quantifying light energy delivered to a Class I restoration. *J Can Dent Assoc.* 2010; 76: 23.
50. Ozero EH, Pascon FM, Correr AB, Puppim-Rontani RM, Castilho AR, Correr-Sobrinho L, Paula AB. Color Stability and Gloss of Esthetic Restorative Materials after Chemical Challenges. *Braz Dent J.* 2019 Jan-Feb;30(1):52-57. doi: 10.1590/0103-6440201902263. PMID: 30864648.
51. Osvaldo Schitini Junior; Renata Bahia Accioly, Andrea de Nobrega Cavalcanti, Paula Mathias. (2017) Influência da exposição à água de piscina na sorção de água e solubilidade de duas resinas compostas. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas* ISSN 16. pp: 362-366.
52. Demarco FF, Collares K, Correa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam NJ. Should my composite restorations last forever? Why are they failing? *Braz Oral Res.* 2017 Aug 28;31(suppl 1):e56. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0056. PMID: 28902236.

53. Tuzuner T, Turgut S, Baygin O, Yilmaz N, Tuna BE, Ozen B. Effects of different pediatric drugs on the color stability of various restorative materials applicable in pediatric dentistry. *Bio Med Res Int*. 2017.
54. Fradeani M, Redemagni M, Corrado M. Porcelain laminate veneers: 6 to 12 year clinical evaluation: a retrospective study. 2005; 25 (1): 9-17.
55. Kumar MS, Ajay R, Miskeen Sahib SA, Chittrarasu M, Navarasu M, Ragavendran N, Burhanuddin Mohammed OF. Color Stability Assessment of Two Different Composite Resins with Variable Immersion Time Using Various Beverages: An *In vitro* Study. *J Pharm Bioallied Sci*. 2017 Nov;9(Suppl1):S161-S165. doi: 10.4103/jpbs.JPBS_149_17. PMID: 29284957; PMCID: PMC5731006
56. Leinfelder KF, Sluder TB, Sockwell CL, et al. Clinical evaluation of composite resins as anterior and posterior restorative materials. *J Prosthet Dent* 1975; 33: 407–16.
57. Terry D. Application of nanotechnology. Editorial Commentary, *Pract Periodontics Aesthet Dent* 2004; 16: 220–2.
58. Yew HZ, Qamaruz Zaman Colour. Stability of Composite Resins: A General Overview *J Malaysian Dental Journal* 2012; 34:2.
59. Ertaş E, Güler AU, Yücel AC, Köprülü H, Güler E. (2006) Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J*. 25(2), pp. 371-376.
60. Zahraa Nazar Al-Wahab An evaluation of the effect of different drinks on the color change of composan ceram composite resin (in vitro study) 2009.MDJ 6(1):14-19.

61. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *The Journ Proth Dent*. 2005;94 (2): 118-122.
62. Sarafianou A, Iosifidou S, Papadopoulos T, Eliades G. Color Stability and Degree of Cure of Direct Composite Restoratives After Accelerated Aging. *Oper Dent*. 2007; 32(4): 406-411
63. Gulamali AB, Hemmings KW, Tredwin CJ, A. Petrie. Survival analysis of composite Dahl restorations provided to manage localized anterior tooth wear (ten year follow-up). *British Dental Journal*, 2011.
64. Antonov M, Lenhardt L, Manojlovic D, Milicevic B, Zekovic I, Dramicanin M. Changes of color and fluorescence of resin composites immersed in beer. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2016; 28: 330-338.
65. McLaren K. Colour space, colour scales and colour difference. In: McDonald R, editor. *Colour physics for industry*. Huddersfield: H. Charlesworth & Co Ltd 1987 97–115.
66. Ertas E, Guler A.U, Yucel A.C, Koprulu H, Guler E. Color Stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental Materials Journal*. 2006; 25 (2):371-376.
67. Ceci M, Viola M, Rattalino D, Beltrami R, Colombo M, Poggio C. (2017) Discoloration of different esthetic restorative materials: A spectrophotometric evaluation. *Eur J Dent* 11, pp.149-56. **DOI:** 10.4103/ejd.ejd_313_16.
68. Almeida L, Santin DC, Maran BM, Naufel FS, Schmitt VL. Avaliação do manchamento e da rugosidade superficial de materiais restauradores diretos após diferentes sistemas de polimento: estudo *in vitro*. *Rev Odontol UNESP*. 2019;48:e20180096. <https://doi.org/10.1590/1807-2577.09618>.

69. Brigitte Zimmerli, Tamara Koch, Simon Flury, Adrian Lussi. The influence of toothbrushing and coffee staining on different composite surface coatings. *Clin Oral Invest* (2012) 16:469–479 DOI 10.1007/s00784-011-0522-2.
70. Rezende M, Loguercio AD, Reis A, Kossatz S. Clinical effects of exposure to coffee during at home vital bleaching. *Operative Dentistry*, 38-6, 2013.
71. Telang A, Narayana IH, Madhu KS, Kalasaiah D, Ramesh P, Nagaraja S. Effect of staining and bleaching on color stability and surface roughness of three resin composites: An *in vitro* study. *Contemp Clin Dent* 2018;9:452-6.
72. Ozdas Oner Didem, Kazak Magrur, Cilingir Aylin, Subasi Gulce Meryem, Tiryaki Murat, Gunal Solen Color Stability of composites after short-term oral simulation: an in vitro study. *The Open Dentistry Journal*, 2016, 10, 431-437 DOI: 10.2174/1874210601610010431.
73. Llena C, Fernández S, Forner L. Color Stability of nanohybrid resin-based composites ormocers and compomers. *Clin Oral Invest*. 2017; 21:1071-1077.
74. Zimmerli B, Koch T, Flury S, Lussi A. The influence of toothbrushing and coffee staining on different composite surface coatings. *Clin Oral Investig*. 2012;16(2):469-479. doi:10.1007/s00784-011-0522-2.
75. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res*. 1989;68(5):819-822. doi:10.1177/00220345890680051301.
76. BA Matis G Wang JI Matis NB Cook GJ Eckert White Diet: Is It Necessary During Tooth Whitening? *Operative Dentistry*, 2015, 40-3, 000-000.
77. Ragain JC Jr, Johnston WM (2000) Color acceptance of direct dental restorative materials by human observers. *Color Res Appl* 25: 278-285.

78. Sterfano Ardu, O. Duc, E.Di Bella, I. Krejci, René Daher. (2018) Color stability of different composite resins after polishing. *Odontology* 2018, doi 10.1007/s10266-017-033.
79. Price RB, Ferracane JL, Shortall AC. Light-Curing Units: A Review of What We Need to Know. *J Dent Res.* 2015;94(9):1179-1186. doi:10.1177/0022034515594786.
80. Cardoso IO, Machado AC, Teixeira D, Basílio FC, Marletta A, Soares PV. Influence of Different Cordless Light-emitting-diode Units and Battery Levels on Chemical, Mechanical, and Physical Properties of Composite Resin. *Oper Dent.* 2020;45(4):377-386. doi:10.2341/19-095-L.
81. Oliveira DC, Souza-Júnior EJ, Prieto LT, Coppini EK, Maia RR, Paulillo LA. Color stability and polymerization behavior of direct esthetic restorations. *J Esthet Restor Dent.* 2014;26(4):288-295. doi:10.1111/jerd.12113.
82. Johnston WM, Kao EC (1989) Assesment of appearance match by visual observation and clinic colorimetry, *J Dent Res* 68: 819-822.
83. Konerding KL, Heyder M, Kranz S, Guellmar A, Voelpel A, Watts DC, et al. Study of energy transfer by different light curing units into a class III restoration as a function of tilt angle and distance, using a MARC Patient Simulator (PS). *Dent Mater* 2016; 32 (5):676–86.
84. Domingos PA, Garcia PP, Oliveira AL, Palma-Dibb RG. (2011) Composite resin color stability: influence of light sources and immersion media. *J Appl Oral Sci.* 19(3), pp.204-211. doi:10.1590/s1678-77572011000300005.
85. Karacolak G, Turkun LS, Boyacioglu H, Ferracane JL. Influence of incremente thickness on radiant energy and microhardness of bulk fill resin composites. *Dent Mater J* 2018; 37(2): 206–13.

86. Hervás-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes- Vila J, Barjau- Escibano A, Fos-Galve P. (2006) Composites resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 11, pp. 215-20.
87. Schitini, O.JR, Mathias, P; Donato T; Ramos L, Cavalcante A. (2019) Protocolos de imersão em café promovem alterações de cor distintas em resina nanoparticulada. *Braz. J. Hea. Rev.* 2, 6, pp. 5371-5381 ISSN 2595-6825 DOI:10.34119/bjhrv2n6-039.
88. Salgado VE, Cavalcante LM, Silikas N, Schneider LF. (2013) The influence of nanoscale inorganic content over optical and surface properties of model composites. *J Dent.* 41 5, pp. 45-53. doi:10.1016/j.jdent.2013.05.011.
89. Karabela MM, Sideridou ID. Synthesis and study of properties of dental resin composites with different nanosilica particles size. *Dent Mater.* 2011 Aug;27(8):825-35. doi: 10.1016/j.dental.2011.04.008. Epub 2011 May 17. PMID: 21592549.
90. Drubi-Filho B, Garcia Lda F, Cruvinel DR, Sousa AB, Pires-de-Souza Fde C. Color stability of modern composites subjected to different periods of accelerated artificial aging. *Braz Dent J.* 2012;23(5):575-80. doi: 10.1590/s0103-64402012000500018. PMID: 23306237.
91. Alharbi A, Ardu S, Bortolotto T, Krejci I. Stain susceptibility of composite and ceramic CAD/CAM blocks versus direct resin composites with different resinous matrices. *Odontology.* 2017;105(2):162-169. doi:10.1007/s10266-016-0258-1.
92. Silva LHD, Lima E, Miranda RBP, Favero SS, Lohbauer U, Cesar PF. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Braz Oral Res.* 2017;31(suppl 1):e58. Published 2017 Aug 28. doi:10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0058.

93. Beier US, Kapferer I, Dumfahrt H. Clinical long-term evaluation and failure characteristics of 1,335 all-ceramic restorations. *Int J Prosthodont*. 2012 Jan-Feb;25(1):70-8. PMID: 22259801.
94. Fróes-Salgado NR, Silva LM, Kawano Y, Francci C, Reis A, Loguercio AD. Composite pre-heating: effects on marginal adaptation, degree of conversion and mechanical properties. *Dent Mater*. 2010 Sep;26(9):908-14. doi: 10.1016/j.dental.2010.03.023. Epub 2010 Jun 16. PMID: 20557926.
95. Wakiaga J, Brunton P, Silikas N, Glennly AM. Direct versus indirect veneer restorations for intrinsic dental stains. *Cochrane Database Syst Rev*. 2004;(1):CD004347. doi: 10.1002/14651858.CD004347.pub2. Update in: *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;12:CD004347. PMID: 14974066.
96. Palla ES, Kontonasaki E, Kantiranis N, et al. Color stability of lithium disilicate ceramics after aging and immersion in common beverages. *J Prosthet Dent*. 2018;119(4):632-642. doi:10.1016/j.prosdent.2017.04.031.
97. Abdalkadeer HK, Almarshedy SM, Al Ahmari NM, Al Moaleem AM, Aldosari AA, Al Ghazali NA. Influence of the Coca-Cola Drinks on the Overall Color of Glazed or Polished Porcelain Veneers Fabricated from Different Materials and Thicknesses: An *In Vitro* Study. *J Contemp Dent Pract*. 2020 Jan 1;21(1):56-61. PMID: 32381802.
98. Cardoso IO, Machado AC, Teixeira D, Basílio FC, Marletta A, Soares PV. Influence of Different Cordless Light-emitting-diode Units and Battery Levels on Chemical, Mechanical, and Physical Properties of Composite Resin. *Oper Dent*. 2020;45(4):377-386. doi:10.2341/19-095-L.
99. Ozkanoglu S, G Akin EG. Evaluation of the effect of various beverages on the color stability and microhardness of restorative materials. *Niger J Clin Pract*. 2020 Mar;23(3):322-328. doi: 10.4103/njcp.njcp_306_19. PMID: 32134030.

100. Willard A, Gabriel Chu TM. The science and application of IPS e.Max dental ceramic. *Kaohsiung J Med Sci.* 2018 Apr;34(4):238-242. doi: 10.1016/j.kjms.2018.01.012. Epub 2018 Feb 9. PMID: 29655413.
101. Grazioli G, Francia A, Cuevas-Suárez CE, Zanchi CH, Moraes RR. Simple and Low-Cost Thermal Treatments on Direct Resin Composites for Indirect Use. *Braz Dent J.* 2019 Jun;30(3):279-284. doi: 10.1590/0103-6440201902473. Epub 2019 Jun 3. PMID: 31166399.
102. Khairallah C, Sabbagh J, Hokayem A. Etude clinique comparative a 5 ans d'une céramique et d'un ceromer utilisés pour la confection d'inlays esthétiques [Clinical study comparing at 5 years a ceramic and a ceromer used for making esthetic inlays]. *Odontostomatol Trop.* 2009 Jun;32(126):21-8. French. PMID: 20069963.
103. Sulaiman TA, Abdulmajeed AA, Delgado A, Donovan TE. Fracture rate of 188695 lithium disilicate and zirconia ceramic restorations after up to 7.5 years of clinical service: A dental laboratory survey. *J Prosthet Dent.* 2020 Jun;123(6):807-810. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.06.011. Epub 2019 Nov 5. PMID: 31703926.
104. Daronch M, Rueggeberg FA, Moss L, de Goes MF. Clinically relevant issues related to preheating composites. *J Esthet Restor Dent.* 2006;18(6):340-50; discussion 351. doi: 10.1111/j.1708-8240.2006.00046.x. PMID: 17083439.



Instituto de Ciências da Saúde
Programa de Pós Graduação
Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas
Avenida Reitor Miguel Calmon s/n - Vale do Canela. CEP: 40110-100
Salvador, Bahia, Brasil

<http://www.ppgorgsistem.ics.ufba.br>