



**EDUARDO HARUKI OZERA**

**“INFLUÊNCIA DA DEGRADAÇÃO QUÍMICA NAS  
PROPRIEDADES ÓPTICAS DE SUPERFÍCIE DE  
MATERIAIS RESTAURADORES ESTÉTICOS”**

PIRACICABA

2013





**Universidade Estadual de Campinas  
Faculdade de Odontologia de Piracicaba**

**EDUARDO HARUKI OZERA**

**“INFLUÊNCIA DA DEGRADAÇÃO QUÍMICA NAS  
PROPRIEDADES ÓPTICAS DE SUPERFÍCIE DE  
MATERIAIS RESTAURADORES ESTÉTICOS”**

Orientadora: Profa. Dra. Andréia Bolzan de Paula

Co-orientadora: Profa.Dra. Fernanda Miori Pascon

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Mestre em Materiais Dentários.

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação defendida pelo aluno, e orientado pela Profa. Dra. Andréia Bolzan de Paula

---

Assinatura da Orientadora

PIRACICABA

2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
JOSIDELMA F COSTA DE SOUZA – CRB8/5894 - BIBLIOTECA DA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

Oz3i

*Ozera, Eduardo Haruki, 1988-*

Influência da degradação química nas propriedades ópticas de superfície de materiais restauradores estéticos / Eduardo Haruki Ozera. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2013.

Orientador: Andréia Bolzan de Paula.  
Coorientador: Fernanda Miori Pascon.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Compósitos. 2. Erosão. 3. Cor. I. Paula, Andréia Bolzan de. II. Pascon, Fernanda Miori. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

Informações para a Biblioteca Digital

**Título em Inglês:** Influence of chemical degradation in optical properties of surface esthetic restorative materials

**Palavras-chave em Inglês:**

Composites,  
Erosion  
Color

**Área de concentração:** Materiais Dentários

**Titulação:** Mestre em Materiais Dentários

**Banca examinadora:**

Andréia Bolzan de Paula [Orientador]  
Simonides Consani

Roberta Caroline Bruschi Alonso

**Data da defesa:** 04-04-2013

**Programa de Pós-Graduação:** Materiais Dentários



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**Faculdade de Odontologia de Piracicaba**



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 04 de Abril de 2013, considerou o candidato EDUARDO HARUKI OZERA aprovado.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Andréia Bolzan de Paula".

---

Profa. Dra. ANDRÉIA BOLZAN DE PAULA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Roberta Caroline Bruschi Alonso".

---

Profa. Dra. ROBERTA CAROLINE BRUSCHI ALONSO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Simonides Consani".

---

Prof. Dr. SIMONIDES CONSANI

## **Dedico este trabalho**

A **Deus** pela minha vida e em especial pelo momento em que me encontro, preparando para iniciar uma nova etapa, uma nova conquista, findando o mestrado. Sei que ainda vou encontrar muitos obstáculos pela frente, mas tendo força, coragem, persistência e tendo sempre a presença de Deus nada irá me impedir de vencer! Obrigado Senhor por acompanhar-me sempre!

Aos meus pais, **Pedro Ozera e Elizabeth Ozera** pelo apoio, pela forma que me ensinaram os valores da vida.

Aos meus irmãos **Angela Ozera e Lucas Ozera**, que sempre estiveram do meu lado.

A minha namorada **Caroline Viana**, por sempre estar ao meu lado.

## ***Agradecimentos Especiais***

A **Profa. Dra. *Andréia Bolzan de Paula***, orientadora da dissertação, pela amizade, ajuda e compreensão pelo processo de elaboração desta.

A **Profa. Dra. *Fernanda Miori Pascon***, pela colaboração em todos os aspectos do período da graduação e do Mestrado.

## ***Agradecimentos***

A Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, em nome do Diretor **Prof. Dr. Jacks Jorge Júnior** e Diretor Associado **Prof. Dr. Alexandre Zaia**, pela oportunidade.

A minha orientadora, **Profa. Dra. Andréia Bolzan de Paula**, Pós Doutoranda da Área de Materiais Dentários, Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, pela forma especial que me conduziu nesta pesquisa e pelo exemplo de seriedade e competência.

A minha co-orientadora **Profa. Dra. Fernanda Miori Pascon**, Professora Associada da Área de Odontopediatria, Departamento de Odontologia Infantil, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, pelo constante incentivo e dedicação à minha formação científica.

Ao **Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti**, Titular da Área de Materiais Dentários, Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, pelos ensinamentos e conhecimento passados. Além da serenidade e paciência.

Ao **Prof. Dr. Mário Fernando de Góes**, Titular da Área de Materiais Dentários, Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, pelos conhecimentos transmitidos e importante dedicação ao curso.

Ao **Prof. Dr. Américo Bortolazzo Correr**, Pós Doutorando da Área de Materiais Dentários, Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, por todo o conhecimento transmitido, conselhos durante a elaboração dessa dissertação e com a análise estatística.

A **Profa. Dra. Regina Maria Puppim Rontani**, Titular da Área de Odontopediatria, Departamento de Odontologia Infantil, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Materiais Dentários, pelo constante incentivo e dedicação à minha formação científica.

Ao **Prof. Dr. Lourenço Correr-Sobrinho**, Titular da Área de Materiais Dentários, Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, por todo o conhecimento transmitido, conselhos durante a minha jornada.

Ao **Prof. Dr. Marcelo Giannini**, Professor Associado da Área de Dentística, Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, pela contribuição em minha formação.

Ao **Prof. Dr. Simonides Consani**, Professor Titular da Área de Materiais Dentários, Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, pela contribuição em minha formação.

Ao **Prof. Dr. Rafael Leonardo Xediek Consani**, Professor Adjunto da Área de Prótese Total, Departamento de Prótese e Periodontia, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, pela contribuição em minha formação.

A **Profa. Dra. Débora Alves Nunes Leite Lima**, Professora Doutora da Área de Dentística, Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, pela contribuição no meu exame de qualificação.

A **Profa. Dra. Fabiana Scarparo Naufel**, Professora Associada da Área de Dentística da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pela contribuição no meu exame de qualificação.

Ao **Profa. Dra. Suzana Beatriz Portugal de Fucio**, Professora Doutora da Área de Odontopediatria da Faculdade de Odontologia – UNIARARAS pela contribuição no meu exame de qualificação.

Aos funcionários do laboratório de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, **Marcos Blanco Cangiani** e **Selma Aparecida Barbosa Segalla**, pela amizade, paciência, agradável convivência e valiosa dedicação ao nosso curso.

Ao técnico de laboratório da Odontopediatria, **Marcelo Corrêa Maistro**, por estar sempre disposto a ajudar durante a realização desse trabalho.

Aos colegas de Área de Materiais Dentários pela amizade, troca de experiências.

Aos amigos de turma de graduação e de Mestrado Pacheco, Preto(Tiago), Caio, Santos, Raquel, Renata, Eveline, Toride, Dantas, Raposo agradeço os bons momentos vividos, risadas, idas ao Alcindo Bar e os bons momentos compartilhados.

A todos que indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

*Muito Obrigado*

“Caia sete vezes,  
levante-se oito”  
Provérbio Japonês

## RESUMO

O objetivo neste estudo foi avaliar a influência da degradação promovida por bebidas ácidas no brilho e cor de materiais restauradores estéticos. Foram confeccionadas 40 amostras circulares para cada compósito: um nanoparticulado (Filtek Z350<sup>XT</sup>) e dois nanohíbridos (IPS Empress Direct e Charisma Diamond) com dimensões de 8 mm x 2 mm e armazenadas em estufa a 37°C. Após 24 horas, foi realizado o polimento com discos abrasivos de óxido de alumínio Sof Lex Pop On (3M/ESPE) e realizadas as mensurações iniciais do brilho e cor de superfície. Em seguida, as amostras foram aleatoriamente separadas em 12 grupos (n=10) de acordo com o material restaurador e solução de degradação: saliva artificial (pH=7), suco Cranberry (pH=2,76), Coca-Cola (pH=2,54) e café (pH= 5). Cada amostra foi imersa em 4 mL de solução por 15 minutos, 3 vezes ao dia durante 14 dias. Após esse período, a cor foi mensurada por espectrofotometria de refletância e o brilho de superfície por meio de medidor de brilho. Foram calculados o  $\Delta E$  da cor e a variação de brilho (final – inicial) e os dados foram avaliados quanto à normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, apresentando distribuição normal ( $p < 0,05$ ). Os dados foram submetidos à ANOVA 2 fatores e ao teste Tukey (5%). O  $\Delta E$  da cor para os compósitos Filtek Z350 e Charisma Diamond foi significativamente maior quando degradados em café e suco. Para a IPS Empress Direct o café promoveu maior alteração de cor seguido do suco, Coca-Cola e saliva, com diferença significativa. Quando analisada a influência de cada solução nos materiais, a Coca-Cola não influenciou na alteração de cor dos compósitos. O café promoveu menor alteração de cor no compósito Charisma Diamond. O suco e a saliva promoveram maior alteração de cor no Filtek Z350, quando comparado ao Charisma Diamond. O café e o suco promoveram maior perda de brilho no compósito Filtek Z350, enquanto que para IPS Empress Direct e Charisma Diamond maior perda de brilho foi promovida pelo café. Quando analisada a influência da solução nos diferentes materiais,

observou-se que a Coca-Cola não influenciou na perda de brilho dos compósitos, enquanto o café promoveu maior perda de brilho no compósito IPS Empress Direct. O suco Cranberry promoveu maior perda de brilho no Filtek Z350, quando comparado aos compósitos IPS Empress Direct e Charisma Diamond, os quais foram similares. A saliva promoveu maior perda de brilho no Charisma Diamond quando comparado ao IPS Empress Direct. As bebidas ácidas utilizadas neste estudo influenciaram negativamente as propriedades ópticas de brilho e cor de materiais restauradores, sendo estas, material dependente.

**Palavras chave:** Compósitos, Erosão, Espectrofotometria

## **ABSTRACT**

The aim of this study was to evaluate the influence of different solutions promoted by degradation on gloss and color of esthetic restorative materials. Forty samples were prepared for each composite: a nanofilled (Filtek Z350XT) and two nanohybrid (IPS Empress Direct and Charisma Diamond) with dimensions of 8 mm x 2 mm and stored at 37 ° C. After 24 hours, the polishing was conducted with the system Sof Lex Pop On(3M/ESPE) and performed initial gloss and color measurements. Then, the samples were randomly divided into 12 groups (n = 10) in accordance with the restorative material and degradation solution: artificial saliva, Cranberry juice, Coca-Cola and coffee. Each sample was immersed in 4 mL of solution per 15 minutes, three times a day for 14 days. After this period, the color and gloss of the surface were measured again. Were calculated the color  $\Delta E$  and gloss variation (final - initial) and the data was evaluated for normality using the Kolmogorov-Smirnov test presenting normal distribution ( $p < 0.05$ ). The data were submitted to 2 factors ANOVA and Tukey's test (5%). The Filtek Z350 and Charisma Diamond  $\Delta E$  was significantly higher when degraded in coffee and juice. For IPS Empress Direct, coffee promoted greater color change followed by juice, Coca-Cola and saliva, with a significant difference. When analyzing the influence of each solution in the materials, Coca-Cola did not influence the color change of the composites. The coffee promoted less color change in the composite Charisma Diamond. The juice and saliva promoted greater color change in Filtek Z350 compared to Charisma Diamond. Coffee and cranberry juice promoted higher brightness loss in Filtek Z350, while the IPS Empress Direct Diamond Charisma and greater loss of gloss was promoted by the coffee. When analyzing the influence of different materials in solution, it was observed that Coca-Cola did not influence the loss of gloss of composites, while the coffee promoted greater brightness loss in the composite IPS Empress Direct. Cranberry juice caused greater loss of brightness in Filtek Z350, compared to composite IPS Empress

Direct and Charisma Diamond, which were similar. Saliva promoted greater loss of gloss on Charisma Diamond when compared to IPS Empress Direct. The beverages used in this study influenced the optical surface properties of the composites studied.

**Keywords:** Composite, Erosion, Spectrophotometry

## Sumário

<b>1. Introdução</b>	01
<b>2. Revisão de Literatura</b>	04
<b>2.1. Compósitos Resinosos</b>	04
<b>2.2. Brilho</b>	09
<b>2.3. Cor</b>	14
<b>2.4. Manchamento</b>	19
<b>3. Proposição</b>	31
<b>4. Material e Métodos</b>	32
<b>4.1. Materiais</b>	32
<b>4.2. Método</b>	33
<b>4.2.1. Preparo das amostras</b>	33
<b>4.2.2. Polimento</b>	37
<b>4.2.3 Avaliação do brilho</b>	39
<b>4.2.4. Avaliação de cor</b>	40
<b>4.2.5. Degradação Química</b>	43
<b>4.2.6 Análise dos dados</b>	46
<b>5. Resultado</b>	47
<b>5.1 Cor</b>	47
<b>5.2 Brilho</b>	48
<b>6. Discussão</b>	50
<b>7. Conclusão</b>	54
<b>Referências</b>	55

## 1 INTRODUÇÃO

Os compósitos resinosos têm sido amplamente utilizados na confecção de restaurações diretas de dentes anteriores e posteriores, devido a satisfatória estética, propriedades físicas adequadas e união ao dente pela hidratação dentinária com o adesivo (Lee *et al.*, 2008). Esses materiais foram classificados de acordo com o tipo, distribuição e tamanho das partículas de carga. Três categorias foram propostas para classificar os compósitos resinosos, podendo ser considerados microparticulados, microhíbridos ou nanocompósitos (nanoparticulados ou nanohíbridos) (Senawong & Pongprueska, 2003; Ferracane, 2010).

A nanotecnologia tem contribuído na evolução dos materiais resinosos utilizados em Odontologia. Alguns estudos têm mostrado a importância da incorporação de partículas com cargas nanométricas a esses materiais odontológicos. Entende-se que não é o tamanho reduzido das partículas de carga que inova os compósitos e sim a possibilidade de aumentar o conteúdo de carga incorporada a eles por volume de massa, e conseqüentemente, a diminuição da quantidade da matriz orgânica, o que favorece positivamente o comportamento mecânico e as propriedades ópticas dos materiais resinosos (Beun *et al.*, 2007; Kwong *et al.*, 2011).

Além das propriedades mecânicas e ópticas do material, segundo Gonulol & Ylmaz (2012) e Baseren *et al.* (2004), a longevidade clínica e a estética das restaurações dependem também da qualidade do acabamento e polimento. Superfícies rugosas contribuem para maior acúmulo de biofilme dental e, conseqüentemente, incidência de cárie recorrente e alteração de cor e brilho (Yalcin *et al.*, 2006). De acordo com alguns estudos, os nanocompósitos possibilitam a obtenção de superfícies mais lisas, quando comparados aos compósitos convencionais (Carvalho *et al.*, 2007; Fúcio *et al.*, 2008; Festuccia *et al.*, 2011).

Apesar de ser possível melhorar a microestrutura da superfície do material resinoso pela incorporação de nanopartículas, deve-se considerar que esses materiais estão constantemente sujeitos aos desafios térmicos, mecânicos e químicos na cavidade bucal, os quais podem acarretar danos à superfície, num processo conhecido como degradação. Tal processo é responsável, em grande parte, pela substituição das restaurações adesivas, principalmente, em dentes anteriores (Reis *et al.*, 2003; Nagai-Ishikawa, 2010; Paula, 2011).

A dieta é a fonte mais comum de ácidos e pigmentos relacionados à degradação de materiais restauradores na cavidade bucal. O cotidiano da vida moderna leva cada vez mais as pessoas a adotarem dieta pouco saudável; porém, mais rápida incluindo a ingestão de refrigerantes, sucos de fruta industrializados e café (West *et al.*, 2001), os quais podem contribuir para a pigmentação das restaurações (Bagheri *et al.*, 2004; Fujita *et al.*, 2006). Estudos têm demonstrado que o potencial erosivo das bebidas pode ser influenciado por algumas características das soluções ácidas, como o tipo e concentração do ácido, pH e capacidade tampão (Hanning *et al.*, 2009; Zero & Lussi, 2005).

A composição da matriz orgânica é um dos fatores que pode influenciar na degradação da superfície dos materiais resinosos. A incorporação de diferentes monômeros, como TCDMMA, Bis-EMA e UDMA, na matriz orgânica a base de Bis-GMA dos compósitos, poderia determinar maior resistência ao processo de degradação (Reis *et al.*, 2003; Nagai-Ishikawa, 2010).

A pigmentação desses materiais ocorre por dois fatores: extrínseco e intrínseco. Os fatores extrínsecos estão relacionados aos produtos cromógenos, provenientes de bactérias colonizadoras do biofilme dental e de pigmentos existentes em alimentos e bebidas (Soares-Geraldo *et al.*, 2011; Malhotra *et al.*, 2011). Os fatores intrínsecos são resultantes das reações físico-químicas nas camadas mais internas das restaurações (Tanoue *et al.*, 2004).

A cor é resultante da interação entre três elementos: foco ou fonte de luz, objeto iluminado e observador (Gross *et al.*, 1977; Nahsan *et al.*, 2010) e pode ser avaliada por espectrofotômetros ou colorímetros, os quais eliminam a

interpretação subjetiva apresentada pela avaliação visual (Guler *et al.*, 2005). Earts *et al.* (2006) verificaram a estabilidade de cor, através de espectrofotômetro, de compósitos após imersão em diferentes soluções e constataram que a água destilada proporcionou menor e o vinho tinto a maior variação de cor para todos os compósitos estudados.

O brilho é a capacidade da superfície em refletir luz e está associado a vários fatores, sendo um deles a lisura de superfície, a qual permite diferentes índices de reflexão da luz (Furuse *et al.*, 2008; Sarkis *et al.*, 2012). A perda de brilho em compósitos resinosos atua negativamente na estética, sendo responsável pela desarmonia em relação aos dentes adjacentes. Pesquisas têm demonstrado que diferentes técnicas de acabamento e polimento e a clareação dos dentes, influenciam no nível de brilho de materiais restauradores (Yalcin *et al.*, 2005; Villalta *et al.*, 2006; Anagnostou *et al.*, 2010). No entanto, apesar do conhecimento da influência negativa de bebidas ácidas sobre a cor (Bagheri *et al.*, 2004; Araby *et al.*, 2012; Arocha *et al.*, 2012) pouco se sabe do efeito dessas soluções sobre o brilho de materiais restauradores estéticos, especialmente sobre nanocompósitos.

Considerando que compósitos resinosos nanoparticulados são atualmente utilizados na confecção de restaurações anteriores, seria oportuno verificar a influência de bebidas ácidas sobre cor e brilho desses materiais restauradores.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Compósitos Resinosos

Em 1965, Bowen registrou patente nos Estados Unidos relacionada a três materiais experimentais indicados para restaurar dentes anteriores. Os componentes utilizados no desenvolvimento desse material foram: sílica, partículas de quartzo e silano. No compósito 1, dois ou mais mols de ácido acrílico reagiram com um mol de Bisfenol e amina terciária. O compósito 2 resultou da condensação do sódio ou sal de Bisfenol A ou outro componente fenólico para produzir um conteúdo equivalente ao glicidil metacrilato. O compósito 3 resultou da reação do glicidil metacrilato, bisfenol e um catalisador alcalino. O teste de resistência à compressão mostrou que o produto atingiu força intermediária, o coeficiente de solubilidade apresentou de 0,00 a 0,08% em peso, e a estabilidade de cor foi menos alterada no compósito autopolimerizável formado pelo metacrilato com sílica tratada.

Miyasaka (1996) avaliou a influência da forma e tamanho de partículas de carga silanizadas nas propriedades mecânicas de compósitos resinosos experimentais. Foram utilizados quatro diferentes tamanhos de partículas de carga de quartzo nas formas irregulares ou esféricas. Matriz orgânica padrão com Bis-GMA e TEGDMA foi elaborada para cada compósito experimental. Foram realizados os testes de tração diametral e resistência à compressão. De acordo com os resultados, o compósito híbrido com cargas esféricas e de tamanho 0,04  $\mu\text{m}$  obteve maiores valores de resistência à compressão. A tração diametral aumentou com a redução de partículas irregulares ou cargas esféricas.

Asmussen *et al.* (1998) verificaram a influência do BisGMA, TEGDMA e UDMA nas propriedades mecânicas de compósitos resinosos experimentais. Foram desenvolvidas 30 misturas de monômeros TEGDMA e BisGMA e/ou UEDMA. As misturas básicas apresentavam as relações molares entre TEGDMA e BisGMA de 30/70, 40/60, 50/50, 60/40 e 70/30. Outras misturas foram feitas nas quais o BisGMA foi sucessivamente substituído pelo UDMA a 10 mol% por vez. A

essas misturas foram adicionados fotoiniciadores e partículas de carga. A resistência à tração diametral, resistência à flexão e módulo de elasticidade foram determinados 7 dias após a confecção das amostras. Os resultados obtidos no estudo indicaram que a resistência à tração diametral variou de 52 a 59 Mpa, a resistência à flexão entre 137 e 167 MPa, e o módulo de elasticidade, entre 8,0 e 11,1. Os autores concluíram que a composição e a proporção dos monômeros estudados devem ser projetadas aos materiais restauradores para que possam satisfazer as indicações clínicas.

Neves *et al.* (2002) avaliaram a influência do conteúdo de partículas de carga e o tipo de fotoativação no grau de conversão e microdureza de compósitos comerciais. Foram utilizados 3 compósitos resinosos (ArtGlass, Solidex e Zeta LC) fotoativados com três diferentes unidade fotoativadoras (Xenônio e duas Halógenas). Para cada material, 15 amostras foram confeccionadas e analisadas em espectroscopia de infravermelho e microdurômetro. O conteúdo de partículas inorgânicas foi determinado por análise termogravimétrica. Para o compósito Artglass, o grau de conversão variou de 37,5% a 79,2%, com valores de microdureza de 32,4 a 50,3. Para o compósito Solidex, o grau de conversão variou de 41,2% a 60,4%, com valores de microdureza de 33,3 a 44,1 e para o compósito Zeta LC, os valores de grau de conversão e microdureza foram 62,0% a 78,0% e 22,6 a 33,6, respectivamente. Os autores concluíram que o conteúdo de partículas inorgânicas afetou diretamente os valores de microdureza, não interferindo no grau de conversão.

O estudo de Mitra *et al.* (2003) desenvolveu compósitos resinosos contendo partículas em escala manométrica (20 a 75  $\mu\text{m}$ ). A nanotecnologia desenvolvida a partir de conceitos da engenharia molecular proporciona melhoras significativas nas propriedades elétricas, químicas, mecânicas e ópticas dos materiais. Segundo os autores, na Odontologia a possibilidade da incorporação de partículas de carga em escala nanométrica aos compósitos resinosos proporciona diminuição do volume de matriz orgânica e melhora as propriedades mecânicas e ópticas dos compósitos resinosos.

Pongprueska *et al.* (2007) analisaram a rugosidade de superfície de compósitos submetidos a diferentes sistemas de acabamento e polimento e abrasão por escovação. Foram utilizados 10 compósitos resinosos [Z250, Tetric Ceram, Clearfil-AP-X, Filtek Supreme XT (cor transparente), Filtek Supreme XT (cor dentina), Filtek Z350, Estelite Sigma, Premise, Tetric EvoCeram e Ceram X], dois sistemas de polimento (SofLex e Astropol) e abrasão por escovação. Foram confeccionadas 40 amostras de cada material separadas em 4 subgrupos (n=10). No subgrupo 1, as amostras não foram submetidas ao polimento (controle). No subgrupo 2, as amostras foram polidas com SofLex, no subgrupo 3 submetidas ao polimento com Astropol e no subgrupo 4, submetidas a abrasão por escovação. A análise de rugosidade de superfície foi realizada com perfilômetro. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística entre os materiais que não receberam polimento. Para os compósitos nanoparticulados, não houve diferença estatística entre o polimento com os dois sistemas e o grupo controle. Após a abrasão por escovação, apenas o Filtek Z350 e o Filtek Supreme XT apresentaram menor rugosidade de superfície quando comparados aos outros compósitos.

Beun *et al.* (2007) avaliaram a matriz inorgânica e as propriedades mecânicas de três compósitos nanoparticulados, quatro compósitos híbridos e dois microparticulados. Foram utilizados os compósitos: Filtek Supreme, Grandio, Grandio Flow, Point 4, Tetric Ceram, Venus, Z100 e dois microparticulados A110 e Durafill VS. O peso do conteúdo da carga foi determinado utilizando análise termogravimétrica, a qual avalia as mudanças de peso em função do tempo e temperatura durante o processo térmico que variou de 30 a 900°C, a taxa de 10°C/minuto. A morfologia da carga foi determinada utilizando microscopia eletrônica de varredura. Para os testes de propriedades mecânicas foram confeccionadas 5 amostras de cada material e armazenadas durante 7 dias em água. Foram realizados os seguintes testes: módulo de elasticidade dinâmico e estático, tensão à flexão, microdureza Vickers e grau de conversão. Os resultados observados foram que a porcentagem de carga, em peso, variou entre os

nanocompósitos de 71,9% a 84,1%. Em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) foram observadas partículas irregulares nos compósitos Grandio, Grandio Flow, Tetric Ceram e Venus e nos compósitos Z100, Supreme e Point 4 foram observadas partículas esféricas. O módulo dinâmico de elasticidade foi de 6,3 GPa para a DurafillVS e 26,3 GPa para o Grandio. Valores do módulo de elasticidade estático variaram de 2,6 GPa para DurafillVS até 14,2 GPa para o Grandio. O compósito Z100 apresentou maior resistência à flexão, enquanto menores valores foram encontrados para Durafill. Maior grau de conversão foi obtido quando as lâmpadas halógenas foram utilizadas.

Korkmaz *et al.* (2008) avaliaram a influência dos sistemas de polimento de um passo na rugosidade de superfície e na microdureza de nanocompósitos. Foram utilizados 5 nanocompósitos e um compósito microhíbrido e 3 tipos de sistemas de polimento (Pogo, Optrapol e Soflex Pop-On), com dois utilizando sistema de passo único e um sistema com 3 passos, respectivamente. A fotoativação das amostras foi realizada seguindo as especificações de cada fabricante. As amostras foram divididas aleatoriamente de acordo com os dois fatores estudados. A análise de rugosidade de superfície foi realizada por perfilômetro e obteve-se a média da rugosidade após 3 leituras sucessivas. Para a análise da microdureza foi utilizado microdurômetro. Os autores concluíram que sistemas de passo único são boas escolhas no polimento de nanocompósitos por reduzir o tempo clínico e a contaminação cruzada. Não houve diferenças estatísticas entre os sistemas em relação à dureza; no entanto, as amostras que não foram polidas apresentaram menores valores de microdureza.

Torres *et al.* (2009) analisaram a superfície de diferentes materiais restauradores estéticos após polimento com discos e pastas abrasivas. Os materiais utilizados no estudo foram: Palfique Estelite (compósito microhíbrido), QuixFill (compósito híbrido), Dyract (compômero), A110 (compósito microparticulado) e Grandio (compósito nanoparticulado). Foram confeccionadas 20 amostras de cada material e separadas em subgrupos: S1) SofLex e S2) Discos de feltro associados às pastas de polimento Poli I, Poli II e FotoGloss.

Depois do polimento a rugosidade de superfície foi mensurada. Os resultados mostraram que os discos SofLex proporcionaram menores valores de rugosidade de superfície para os compósitos Estelite, Grandio e QuiXFill. A associação dos discos de feltro e pastas abrasivas proporcionou menores valores de rugosidade de superfície para o compósito A110. Para o compômero Dyract não houve diferença significativa quando os dois métodos foram comparados.

Yu *et al.* (2010) verificaram a influência da proporção de nanopartículas e micropartículas na estabilidade de cor, translucência e opalescência de compósitos resinosos experimentais submetidos à termociclagem. Foram manipulados 7 materiais com diferentes concentrações de nanopartículas e micropartículas: nanopartículas revestidas de silano (média 40 nm) e partículas de carga de vidro (média 0,77  $\mu\text{m}$ ) foram misturadas nas proporções de 0:6 (N0M6), 1:5 (N1M5), 2:4 (N2M4), 3:3 (N3M3), 4:2 (N4M2), 5:1 (N5M1) e 6:0 (N6M0) com 1:1 de Bis-GMA e TEGDMA e carga de 60% em volume. Após confecção e armazenamento, as amostras foram submetidas à análise de cor com espectrofotômetro antes e após a termociclagem. Os resultados mostraram que em todos os grupos as propriedades ópticas foram influenciadas pela quantidade de carga. Compósitos híbridos e nanocompósitos apresentaram menor alteração de cor, mostrando que compósitos nanoparticulados (6:0) e híbridos (4:2) possuem melhor estabilidade de cor quando comparados a compósitos microparticulados.

Barone *et al.* (2011) estudaram a morfologia de superfície e propriedades mecânicas de uma nova geração de compósitos resinosos fluidos. Foram utilizados a Vênus Diamond Flow, Vertise Flow, Filtek Supreme XT Flow, Surefil SDR Flow e Vênus Diamond. Seis amostras de cada material foram armazenadas por 24 horas e submetidas à nanoindentação e avaliação em MEV. Os resultados mostraram que a Filtek XT e a Surefill SDR exibiram valores de dureza similares e maiores quando comparados a Venus Diamond. Os autores concluíram que o aumento das propriedades mecânicas está relacionado ao aumento das partículas de carga.

Schimidt *et al.* (2012) compararam a estabilidade mecânica dos compósitos nanohíbridos Grandio, N'Durance, Venus Diamond, Miris 2, Premise e Simile. Foram confeccionadas 80 amostras de cada material e armazenadas por 24 horas em água destilada. Em seguida, 20 amostras foram submetidas ao teste de flexão e 60 amostras foram separadas aleatoriamente em 3 grupos: água destilada, saliva artificial e solução de álcool/água (50:50). As amostras foram submetidas à termociclagem (5.000 ciclos). Todos os compósitos armazenados em água/álcool (50:50) apresentaram diminuição de resistência a flexão e módulo de elasticidade. Os autores concluíram que a superioridade relatada pelos fabricantes do dímero ácido ou o novo monômero TCD-uretano presente no compósito Venus Diamond não pode ser comprovada.

## **2.2. Brilho**

O brilho de quatro compósitos resinosos e a rugosidade de superfície foram estudados por O'Brien *et al.* (1984). Neste estudo foram utilizados 4 métodos de acabamento: ponta multilaminada, disco de alumina 600; disco de carbetto de silício de granulação fina e ponta de borracha abrasiva. Goniofotômetro foi utilizado em associação com lâmpada de tungstênio que incidia em ângulo de 60 graus com a superfície da amostra para verificar a proporção da reflexão difusa. Os resultados mostraram que maiores valores de brilho foram obtidos com a ponta de borracha abrasiva, quando comparada aos outros métodos de acabamento e polimento. De acordo com os resultados, o polimento com pontas de borracha abrasiva resultou em superfície lisa e brilhante para todos os compósitos.

Campbell *et al.* (1986) verificaram o espalhamento da luz, contraste do brilho e rugosidade de superfície em compósitos que apresentavam quartzo na composição. Foram utilizados compósitos resinosos de polimetilmetacrilato com e sem incorporação de partículas de quartzo. As análises de espalhamento de luz foram realizadas por espectroscópio de reflectância e o contraste do brilho foi utilizado para mensurar a reflexão especular e dispersiva. A análise de rugosidade de superfície foi mensurada por rugosímetro. Os autores concluíram que há

relação inversa do brilho e rugosidade, ou seja, quanto maior a rugosidade de superfície do compósito, menores os valores de brilho.

Yalcin *et al.* (2005) estudaram a influência de dois métodos de clareação ental (Vivastyle e Crest Professional Whitestrips) no brilho de compósitos resinosos (Filtek Flow, Filtek P60 e Definite). Após a confecção, as amostras foram armazenadas em água deionizada por 24 horas. Em seguida, as amostras foram submetidas ao acabamento e polimento com Soflex e o brilho inicial mensurado com dois ângulos de iluminação (20 e 60 graus). Após a análise de brilho inicial foram aplicados os agentes de clareação e nova mensuração foi realizada. Os resultados mostraram que o agente clareador Vivastyle diminuiu o brilho do compósito P60. Para o compósito Filtek Flow a diminuição do brilho foi observada com a utilização do clareador Crest Professional Whitestrips. Para o Definite, observou-se diminuição do brilho qualquer que fosse o agente de clareação.

Lee *et al.* (2005) verificaram a alteração do brilho e a rugosidade de superfície de compósitos resinosos após ciclagem mecânica. Foram confeccionadas 8 amostras de cada material (Estelite S, Esthet X, Filtek Supreme, Heliomolar, Renamel Microfill, e Tetric-Ceram), as quais após 24 horas foram acabadas e polidas. Em seguida, o brilho inicial foi mensurado e as amostras submetidas à ciclagem mecânica com 400.000 ciclos. As análises de brilho foram realizadas a cada 100.000 ciclos, enquanto a rugosidade de superfície analisada ao final dos 400.000 ciclos. Os autores constataram que o brilho do compósito foi influenciado pelo número de ciclos e pela composição do material ao final dos ciclos e a rugosidade de superfície não variou significativamente entre os compósitos após a ciclagem mecânica.

Heintze *et al.* (2005) avaliaram a rugosidade de superfície e o brilho de materiais restauradores em função do tempo e da força de polimento aplicada. Foram utilizados 5 materiais restauradores: Amálgama, CompoGlass, Helio Molar, Tetric Ceram e Tetric Evoceram e o sistema Astropol de acabamento e polimento.

Todas as amostras foram anteriormente polidas com lixas de carbeto de silício nas granulações 1200, 2500 e 4000. Os procedimentos de acabamento e polimento foram realizados em máquina com velocidade de baixa rotação, para padronizar a força exercida em todas as amostras. A análise de rugosidade de superfície e de brilho foi realizada a cada 5 segundos até o tempo de 30 segundos. Os resultados mostraram que o brilho e a rugosidade de superfície foram dependentes do tempo, exceto para o amálgama. Maior rugosidade de superfície foi verificada quando maior força foi aplicada durante o acabamento e polimento dos compósitos Tetric Ceram, Tetric EvoCeram e Compoglass.

Kakaboura *et al.* (2007) avaliaram as características de superfície de compósitos resinosos através da mensuração da rugosidade de superfície, microscopia eletrônica de varredura, microscopia de força atômica e brilho de 4 compósitos resinosos (TPH Spectrum, Esthet X, Synergy Duo, Point4, Palfique Estelite). Os valores percentuais de brilho variaram entre 30,6% para TPH Spectrum e 70,1% para Palfique Estelite. Os resultados revelaram alta correlação entre os valores de brilho e micro-rugosidade ( $r=0,93$ ), o que não foi observado para os valores de macro-rugosidade ( $r=0,62$ ). Em relação ao MEV os compósitos Palfique Estelite e Ponit 4 apresentaram superfícies mais lisas e homogêneas. A microscopia de força atômica revelou que o TPH Spectrum mostrou superfície não uniforme e com porosidades.

Da Costa *et al.* (2007) estudaram o efeito de diferentes sistemas de polimento na rugosidade de superfície e no brilho de compósitos resinosos. Foram utilizados 5 compósitos resinosos (Z100, Z250, Filtek Supreme Plus, Esthet X, Durafill VS) e 6 sistemas de polimento [PoGo, ComposiPro (passo único), ComposiPro (dois passos), ComposiPro (três passos), Jiffy, SofLex e Enamelize]. Foram confeccionadas 30 amostras de cada material, as quais foram separadas de acordo com o sistema de acabamento e polimento ( $n=5$ ). As amostras foram armazenadas em água deionizada por 7 dias. A análise de rugosidade de superfície foi realizada por perfilômetro e a mensuração do brilho foi realizada por medidor de brilho. Não houve interação significativa entre os compósitos e os

sistemas de polimento em relação a rugosidade de superfície. O compósito Durafill, Supreme, Esthet X apresentaram superfícies mais lisas e brilhantes em relação a Z100 e Z250. O sistema PoGo proporcionou melhor polimento deixando a superfície mais lisa e brilhante em comparação aos sistemas de polimento de múltiplos passos.

Furuse *et al.* (2008) compararam a estabilidade de cor e a retenção de brilho em siloranos e compósitos resinosos convencionais submetidos ao envelhecimento acelerado. Foram utilizados 5 compósitos resinosos (Filtek Silorane, Herculite XRV, Tetric Evoceram e QuixFil). Foram confeccionadas 5 amostras de cada material e submetidas ao polimento com sistema SofLex. Análises de cor e brilho iniciais foram realizadas e o envelhecimento acelerado foi realizado de acordo com a ISSO 7491:2000. Os autores verificaram que o brilho dos compósitos apresentou-se com função linear negativa. O Filtek Silorane e o Tetric Evo Ceram apresentaram valores de brilho semelhantes, enquanto o compósito QuiXFil apresentou menor valor de brilho antes e após envelhecimento acelerado. O envelhecimento acelerado artificial alterou a cor e o brilho de todos os compósitos estudados.

Heintze *et al.* (2010) estudaram as alterações na rugosidade de superfície e o brilho de compósitos e cerâmicas após simulação de escovação mecânica. Foram confeccionadas 8 amostras de cada material: 9 compósitos resinosos (Adoro, Filtek Supreme Heliomolar, FourSeasons, TetricEvoCeram, Compoglass, Targis, Tetric Ceram e Grandio) e dois materiais cerâmicos (IPS Empress e IPSd.SIGN), as quais foram submetidas a escovação mecânica com diferentes cargas por um ciclo de 10 horas. As análises de rugosidade de superfície e brilho foram realizadas nos intervalos de 1 hora. Os resultados revelaram que Tetric Ceram foi o compósito que apresentou menores valores de brilho e o compósito Heliomolar apresentou valores de brilhos estáveis após a escovação. Os autores concluíram que os materiais cerâmicos não tiveram a rugosidade de superfície e brilho alterados.

Hosoya *et al.* (2011) observaram o efeito da aplicação do flúor fosfato acidulado na rugosidade de superfície e brilho de compósitos: Estelite Quick (EQ), Clearfil Majesty (CM) e Beautiful II (B2). Após confecção, as amostras foram submetidas ao polimento com lixas de carbeto de silício nas granulações 180, 600, 800, 1000, 2000 e 3000 e separadas em 6 grupos de acordo com o a granulação da lixa para polimento: G1: EQ polido com lixa de granulação 180, G2: EQ polido com lixa de granulação 3000, G3: CM polido com lixa de granulação 180, G4: CM polido com lixa de granulação 3000, G5: B2 polida com lixa de granulação 180 e G6: B2 polido com lixa de granulação 3000. O flúor fosfatado acidulado foi aplicado por 30 minutos. Este processo foi repetido 4 vezes. Para a rugosidade de superfície, as amostras do CM polidas com lixa de granulações 180 apresentaram maiores valores de rugosidade antes da aplicação do flúor fosfato acidulado em relação aos outros compósitos e o EQ apresentou menor valor de rugosidade de superfície quando polido com lixa de granulação 3000. Após a aplicação do flúor fosfato acidulado foi observado em todos os compósitos, independentemente do polimento, menores valores de rugosidade de superfície. Em relação ao brilho dos compósitos, não houve diferença significativa entre os grupos polidos com lixa de granulação 180. Nos grupos polidos com lixa de granulação 3000, após a aplicação do flúor fosfato acidulado houve diminuição do brilho. O compósito Estelite Quick apresentou menores alterações de cor, brilho e rugosidade de superfície.

Anagnostou *et al.* (2010) estudaram o efeito de métodos de clareação nas propriedades ópticas de compósitos resinosos. Foram utilizados dois compósitos resinosos (Herculite HRV e Premise) e 3 agentes clareadores (Nite White ACP, Crest Classic Whitestrip e Crest Supreme Whitestrip). Foram confeccionadas 24 amostras de cada material e após polimento foram separadas em três grupos de acordo com o a agente clareador. Cada grupo foi exposto ao respectivo agente clareador: G1: NiteWhite ACP (3 horas diárias por 2 semanas); G2: Crest Classic e G3: Crest Supreme Whitestrip (aplicados por 30 minutos, duas vezes ao dia por 2 semanas). Análises de brilho e cor foram realizadas antes e após 1 e 2 semanas

de clareação. De acordo com os resultados, o compósito Premise apresentou maior brilho quando comparado ao Herculite HRV, qualquer que fosse o tempo de exposição ao agente clareador.

### **2.3. Cor**

Gross & Moser (1977) avaliaram a alteração de cor de quatro compósitos resinosos após imersão em solução de café e chá. Os compósitos utilizados foram: Adaptic, Prestige, Addent e Smile. Após confecção e polimento com abrasivos, as amostras foram imersas nas soluções por 12 dias. Em seguida, as amostras foram submetidas à análise de cor pelo método visual. Para todos os compósitos houve alteração de cor quando comparados ao grupo que estava imerso em água destilada (controle). O compósito Adaptic apresentou menor alteração de cor, enquanto o Smile maiores valores de alteração de cor.

Uchida *et al.* (1998), analisaram a estabilidade de cor dos compósitos resinosos Conquest Direct Fill (CQ) e Pentra-Fill II (PF2) através da exposição ultravioleta. As cores estudadas foram amarelo claro (AC), verde escuro (VE), amarelo escuro (AE), verde claro (VC) e Universal (U) para CQ e Universal, Marrom (M), AC, AE e Cinza (C) para PF2. Para cada cor de compósito foram confeccionadas 5 amostras, armazenadas em água destilada por 24 horas a 37°C. Após esse período as análises iniciais de cor foram realizadas. Todas as amostras foram submetidas à luz ultravioleta por 24 horas. Em seguida, a cor foi novamente analisada no aparelho Minolta Chromameter CR-200, todas pelo sistema CIEL\*a\*b\* 1976. Os resultados do estudo demonstraram que os valores de  $\Delta E$  variaram de 0,77 a 1,55 para CQ e de 0,57 a 1,52 para PF2, mostrando que a degradação de cor foi significativa em função da cor do compósito, ocorrendo aumento do tom amarelo. Alterações de cor aumentaram a luminosidade das cores dos compósitos e os autores concluíram que cores menos escura são sujeitas a maior degradação pela UV.

Em 1999, Hosoya investigou a influência dos tempos de fotoativação na cor dos compósitos resinosos em diferentes períodos de tempo. O compósito utilizado

foi o Silux Plus (3M) e 7 cores do compósito foram utilizadas: Universal (U), Amarelo (A), Amarelo-Escuro (AE), Light (L), Cinza (C), Opaco Universal (OU) e Amarelo Opaco (AO). Os grupos foram separados de acordo com o tempo de fotoativação das amostras: 10, 20 e 60 segundos. As amostras não receberam acabamento e polimento, e foram armazenadas em saliva artificial a 37°C, com renovação da solução a cada 3 meses, durante 5 anos. As análises de cor foram realizadas utilizando espectrofotômetro CMS-5 acoplado ao Sensor Flexível FS-3. O diâmetro da área de iluminação foi de 7 mm e o diâmetro da área de incidência de luz foi 5 mm. A fonte de luz padrão do CMS-5 foi a CIE65, o iluminante CIE D65 é uma representação de uma fase luz do dia com temperatura de cor aproximadamente 6504 K. As análises foram feitas de dois modos: um disco plástico transparente com um orifício de 10 mm para que a superfície superior ficasse exposta ao ar e a utilização de uma placa branca, a qual a amostra era posicionada para a realização das análises. O período de análises de cor foi: após a polimerização e após cada 6 meses por 5 anos. Os resultados mostraram que as amostras analisadas com a placa branca, o  $\Delta E$  para todas as cores aumentou de 3 anos e 6 meses para 5 anos, em todos os grupos. Os valores de  $a^*$  e  $b^*$  no decorrer do tempo diferiram da cor do compósito e do tempo de fotoativação. Nos grupos fotoativados durante 20 e 120 segundos a opacidade, em todas as cores, aumentou no período de 4 para 5 anos. Os autores concluíram que a descoloração do compósito foi dependente do tempo.

Douglas (2000) verificou a estabilidade de cor de compósitos indiretos após serem submetidos ao processo de envelhecimento artificial acelerado (EAA). Os compósitos resinosos indiretos ArtGlass, Zeta, Targis e BelleGlass, o compósito direto (Herculite XRV) e o compósito cerâmico (Omega 900) foram utilizados no estudo. Foram confeccionadas 5 amostras de cada material e o polimento foi realizado de acordo com os fabricantes. Para o EAA, as amostras foram expostas ao aparelho de EAA (Ci-35 Weather-Ometer). As análises de cor foram realizadas antes e após 150 horas ou 300 horas de EAA. Para a análise de cor foi utilizado o colorímetro Minolta CR-321 e o sistema adotado foi o CIE  $L^*a^*b^*$ . A alteração de

cor foi obtida através da fórmula:  $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)]^{1/2}$ . Os resultados obtidos revelaram que o Omega 900 apresentou menor alteração de cor após 300 horas de EAA. Entretanto, os compósitos indiretos Zeta e ArtGlass apresentaram pequena alteração de cor, sem diferença significativa com o compósito cerâmico. O compósito Herculite XRV apresentou maior alteração de cor quando comparado aos compósitos indiretos. Após 300 horas, os compósitos indiretos apresentaram maior alteração de cor.

Doray *et al.* (2001) avaliaram através de espectrofotômetro a estabilidade de cor de materiais restauradores provisórios após envelhecimento acelerado. Foram utilizados 11 materiais restauradores provisórios (4 resinas acrílicas: AccuSet, Qyk-Set, Temp-Plus e Vita Zeta e 7 compósitos resinosos: Bis-Jet, Integrity, Maxi-Temp, Protemp Garant, ProviPont DC, Turbo Temp e Ultra Trim). Para cada tipo de material foram confeccionadas 5 amostras. Análises de cor foram realizadas antes e após o envelhecimento acelerado, recebendo irradiação UV de 60kJ/m<sup>2</sup> em doses de 15 kJ/m<sup>2</sup>. Leituras de cor também foram realizadas nos instantes 15 kJ/m<sup>2</sup> e 60 kJ/m<sup>2</sup>. Entre as resinas acrílicas, nos dois instantes (15kJ/m<sup>2</sup> e 60 kJ/m<sup>2</sup>), Temp-Plus apresentou valores maiores quando comparada com outras resinas acrílicas. Entre os compósitos, no intervalo de 60 kJ/m<sup>2</sup>, ProviPont e ProtempGarant apresentaram valores acima de 3,3 para o  $\Delta E$ . No entanto, o Bis-Jet, TurboTemp, UltraTrim e MaxiTemp apresentaram valores acima de 3,3 para o  $\Delta E$  em ambos os instantes observando alteração de cor perceptível visualmente. Segundo este estudo, maior estabilidade de cor foi encontrada nas resinas acrílicas quando comparadas com os compósitos.

Janda *et al.* (2005) avaliaram a influência de diferentes unidades fotoativadoras e tempos de fotoativação na estabilidade de cor de compósitos armazenados a seco ou em água destilada submetidos ao teste de envelhecimento artificial acelerado (EAA). Os compósitos utilizados foram Charisma, Durafill, Definite e Dyract AP e as unidades fotoativadoras utilizadas de luz halógena e plasma. Os tempos de fotoativação com a unidade de luz halógena foram de 20, 40 e 60 segundos e com a luz de plasma 3, 10 e 20 segundos. Para

a mensuração de cor utilizou o espectrofotômetro SF 600 pelo sistema CIE L\*a\*b\*. Os resultados demonstraram que o armazenamento a seco provocou leve alteração de cor, enquanto o envelhecimento artificial promoveu grande alteração de cor e o armazenamento em água provocou alteração intermediária. Compósitos armazenados a seco e fototivados pela luz de plasma não apresentaram alteração de cor significativa. Para os compósitos Dyract AP e Definite foi observada alteração de cor nos tempos de 20, 40 e 60 segundos, respectivamente. Os autores concluíram que os compósitos fotoativados por luz halógena apresentaram melhor estabilidade de cor.

Ertas *et al.* (2006) verificaram a estabilidade de cor de compósitos após imersão em diferentes soluções. Foram utilizados 5 compósitos resinosos (Filtek P60, Filtek Z250, Quadrant LC, Filek Supreme e Grandio) e 5 soluções (água destilada, café, chá, vinho tinto e Coca-Cola). Foram preparadas 25 amostras de cada compósito e submetidas ao polimento com lixas de carvão de silício. Após armazenamento em água destilada por 24 horas, as amostras foram separadas em 25 grupos. Análises iniciais de cor foram realizadas antes do protocolo de manchamento com espectrofotômetro. As amostras foram imersas durante 24 horas. Os resultados mostraram que a água destilada proporcionou menor e o vinho tinto a maior variação de  $\Delta E$ . Entre os compósitos estudados o P60 e o Z250 apresentaram menor alteração de cor quando comparados ao Filtek Supreme, Grandio e Quadrant LC.

Sarac *et al.* (2006) estudaram o efeito das técnicas de acabamento e polimento na rugosidade de superfície e estabilidade de cor de compósitos resinosos. Foram utilizados 3 compósitos resinosos (Grandio, Filtek Z250 e Quadrant Universal LC), 2 sistemas de acabamento e polimento (SofLex e Astropol) e um material para glaze (Biscover). As amostras foram confeccionadas e armazenadas em água destilada por 24 horas a 37°C. As amostras foram separadas em 5 grupos (n=10). Um grupo de cada compósito serviu de controle e não recebeu nenhum tratamento. No grupo D as amostras foram submetidas ao polimento com discos abrasivos Sof Lex por 30 segundos; o Grupo W foi polido

com Astropol por 30 segundos; o grupo DG foi polido com discos SofLex e aplicação de glaze foi realizada; o grupo WG foi polido com Astropol e aplicação de glaze. A análise de cor foi realizada utilizando espectrofotômetro CR-300 Minolta (Minolta-Japão) e a rugosidade em rugosímetro. Os resultados mostraram que o grupo polido com Astropol apresentou maiores valores de rugosidade de superfície. Quando os tipos de compósitos foram comparados o menor valor de rugosidade de superfície foi obtido pelo compósito nanohíbrido. Em relação ao  $\Delta E$ , menores valores foram observados no grupo DG e os maiores no grupo W. A técnica de polimento e o tipo de compósito resinoso influenciaram nos valores de rugosidade de superfície e cor. Maiores valores de rugosidade de superfície foram obtidos pelo compósito resinoso híbrido com exposição das partículas de carga.

Pires-de-Souza *et al.* (2007) estudaram a influência do tipo de fotoativação (halógena e LED) na cor dos compósitos resinosos Tetric Ceram, HelioMolar e Esthet-X (nas cores A3 e C3) submetidos ao envelhecimento artificial acelerado. Foram confeccionadas 40 amostras de cada compósito, sendo 20 de cada cor. Em cada grupo 10 amostras foram fotoativadas com luz halógena e 10 por LED. As amostras foram polidas com Sof Lex e realizadas análises iniciais de cor utilizando espectrofotômetro. Após a análise de cor, as amostras foram submetidas ao envelhecimento acelerado por 4 horas e a cor novamente mensurada. Os resultados mostraram que o Tetric Ceram apresentou maior alteração de cor quando fotoativado por luz halógena. Em relação ao envelhecimento acelerado a HelioMolar cor A3 fotoativada por luz halogena apresentou maior valor de alteração de cor em relação aos outros compósitos. Os autores explicaram que o resultado seria devido a maior concentração de amina terciária.

Fontes *et al.* (2009) investigaram a estabilidade de cor de nanocompósitos após armazenamento em diferentes soluções. Foram confeccionadas 12 amostras de Filtek Z350 e submetidas ao polimento com lixas de carbetto de silício. As análises de cor foram realizadas inicialmente e após 1 semana de armazenamento nas diferentes soluções (café, erva mate, suco de uva e água destilada). O tempo

de imersão das amostras foi de 4 horas por dia. Os resultados mostraram que após 1 semana de armazenamento a alteração de cor foi maior quando as amostras estavam imersas em suco de uva. O café e a erva mate não apresentaram diferenças visíveis de cor.

Bertoldo-Santos *et al.* (2011) avaliaram a estabilidade de cor e rugosidade de superfície de compósitos resinosos após diferentes tipos de acabamento e polimento. Foram utilizados 2 compósitos resinosos (Z250 e 4Seasons) e 2 sistemas de polimento (Sof Lex e Jiffy). Após a confecção, 30 amostras de cada material foram separadas em 6 grupos experimentais. Nos grupos controle, nenhum tipo de polimento foi realizado. As mensurações iniciais de rugosidade de superfície e de cor foram realizadas antes de imersão em solução de café por 10 dias. De acordo com os resultados, maior rugosidade de superfície foi observada para todos os materiais após o polimento, qualquer que fosse o sistema utilizado. Entretanto, o sistema de acabamento e polimento Sof Lex acarretou maior rugosidade de superfície quando comparado ao sistema Jiffy. Quando o compósito Z250 foi associado ao polimento com discos de óxido de alumínio (Sof Lex) ou com o sistema Jiffy apresentou maiores variações de  $\Delta E$  em comparação ao 4 Seasons associado aos mesmos tipos de polimento.

#### **2.4. Manchamento**

Fusayama *et al.* (1971) estudaram a descoloração de diferentes compósitos (Pile-A - Shofu; Sevitron-Almagamated; Bonfil-Caulk; Palavit 55-Kulzer; Chamaleon – U.S.PolyIndustrials; Adent 35 – 3M e Vitaron – GC) ocasionada por óleo orgânico. As amostras, confeccionadas pelas técnicas de laminação, de incremento único ou fluída, foram armazenadas em água por 24 horas e submetidas ao acabamento com lixas de carvão de silício nas granulações 100, 300 e 500 e polimento com pastas de pedra pomes e de óxido de zinco com taça de borracha. O grupo controle não recebeu nenhum tratamento. As amostras foram imersas em óleo de laranja por 3 meses e submetidas à avaliação de cor pelo método visual. De acordo com os resultados, os compósitos sem amina na

composição apresentaram menor susceptibilidade ao manchamento. Entre os compósitos estudados, Definite apresentou maior manchamento no grupo sem nenhum tratamento. Nos compósitos que receberam o polimento, o manchamento não foi observado.

Em 1998, Yannikakis *et al.* avaliaram a estabilidade de cor de materiais restauradores após imersão em café e chá. Foram utilizadas 6 resinas termoativadas Jet (Lang Dental), Caulk Temporary Bridge (Caulk), Protemp Garant (ESPE Dental), Luxatemp Solar (DMG), Provipont DC (Vivadent) e SR-Ivocron-PE (Ivoclar). Foram confeccionadas 30 amostras de cada material, as quais foram armazenadas em água destilada por 24 horas a 37°C. As amostras foram imersas em solução de café, chá e água destilada (controle) por 30 dias. Análises de cor foram realizadas inicialmente e após 1, 7 e 30 dias. De acordo com os resultados, as amostras de Provipont DC imersas em café e chá apresentaram maiores valores de  $\Delta E$ . Após 7 dias, o Provipont apresentou maior valor de  $\Delta E$  quando comparado aos outros materiais. Os autores concluíram que a solução de café tem maior capacidade de manchamento quando comparado ao chá e que após 7 dias, a alteração de cor seria perceptível clinicamente.

Abu-Bakr *et al.* (2000) estudaram o efeito de soluções na estabilidade de cor de compômeros. Foram confeccionadas 20 amostras de cada material: Dyract (Dentsply), Compoglass F (Vivadent), Xeno (Sankis), F2000 (3M), (Fuji II LC) e Clearfil AP-X (Clearfil), as quais foram armazenadas em água deionizada por 24 horas a 37°C. Análises de cor foram realizadas inicialmente e após 1, 7, 30 e 60 dias de degradação em Coca-Cola, suco de laranja, uísque e água deionizada. De acordo com os resultados, os compômeros e o cimento de ionômero de vidro modificado por resina são susceptíveis a descoloração em função da solução e tempo. Após 60 dias, o CIVMR apresentou maiores valores de descoloração, especialmente nas amostras imersas em uísque. O compósito resinoso foi o material mais resistente a descoloração. Neste estudo, a alteração de cor foi dependente do material, solução e tempo.

Stober *et al.* (2001) investigaram a estabilidade da cor de compósitos utilizados na fabricação de facetas quando imersas em diferentes soluções. Os compósitos utilizados foram: Columbus, ArtGlass, Sinfony, Targis, Zeta LC, Zeta HC, BelleGlass, HP/dentina, BelleGlass, HP/esmalte. Todas as amostras foram polidas com lixas abrasivas de granulação 1000, armazenadas em água deionizada por 24 horas a 37°C e a análise inicial de cor foi realizada. As amostras foram separadas em subgrupos: G1) envelhecimento acelerado artificial por irradiação UV por 168 horas; G2) enxaguatório bucal (controle); G3) chá; G4) café; G5) vinho tinto; G6) solução turmerica a 0,1% e G7) água deionizada (controle). O processo de manchamento foi realizado durante 8 semanas e ao final as análises de cor foram novamente realizadas. Para o envelhecimento acelerado as análises de cor foram realizadas após 24, 96 e 168 horas. Os resultados mostraram que a irradiação UV promoveu maior alteração de cor com o decorrer do tempo. A BelleGlass/dentina e esmalte não apresentaram alterações. Em relação às soluções utilizadas neste estudo, maior descoloração foi promovida pelo vinho e solução turmerica para todos os materiais.

Gürdal *et al.* (2002) analisaram a influência de enxaguatórios bucais na dureza e cor de materiais restauradores estéticos. Os materiais avaliados foram: Brilliant (compósito resinoso), Chelon-Fil (cimento de ionômero de vidro convencional) e o CompoGlass F (poli-ácido modificado por resina). Foram confeccionadas 72 amostras de cada material e armazenadas em água destilada por 24 horas a 37°C. As amostras foram polidas com lixas de carbetto de silício nas granulações 1000 e 4000. Foram realizadas análise de cor e dureza de superfície. As amostras foram imersas em 20 mL do enxaguatório bucal por 12 horas e ao final do ciclo foram removidas das soluções e submersas em água para análises finais de cor e dureza. O compósito resinoso apresentou maior dureza quando comparado aos outros materiais. O compósito resinoso apresentou maior alteração de cor ( $8,9 \pm 0,894$ ) quando comparado ao cimento de ionômero de vidro e ao poliácido, os quais foram similares. Os autores concluíram que a

influência dos enxaguatórios bucais nos materiais restauradores pode variar, pois algumas variáveis *in vivo* não podem ser reproduzidas *in vitro*.

Bagheri *et al.* (2004) verificaram a influência e a susceptibilidade ao manchamento de soluções provenientes da dieta na superfície de materiais restauradores estéticos. Foram utilizados 6 materiais restauradores estéticos (cimento de ionômero de vidro convencional - Fuji IX, cimento de ionômero de vidro modificado por resina - Fuji I, compósito resinoso poliácido - F2000, compósito resinoso microparticulado - Durafill e compósito resinoso Charisma ) e 5 soluções para manchamento (vinho tinto, café, chá, shoyu e extrato de cola). Foram confeccionadas 576 amostras, as quais foram polidas com lixas de carbetto de silício na granulação 1000. As amostras foram divididas em dois grupos: o grupo 1 (n=288) foi controle sem polimento e acabamento e o grupo 2 (n=288) recebeu polimento com lixas de carbetto de silício nas granulações 600, 1000, 1500 e 2000. As amostras foram armazenadas durante 1 semana em estufa a 37°C e os grupos foram subdivididos em 4 subgrupos: GA) imersão em etanol a 10% por 1 semana, seguido da exposição em solução para manchamento por 1 semana; GB) imersão em solução de cromado por 1 semana e exposição em solução para manchamento por 1 semana; GC) armazenado em água destilada por 1 semana, seguido da exposição em solução para manchamento por 1 semana; GD) grupo controle exposto por 2 semanas em água destilada. As análises de cor foram realizadas inicialmente e 2 e 3 semanas após o manchamento. Os resultados revelaram que a água destilada não causou alteração de cor. O material Fuji IX apresentou maior resistência ao manchamento quando comparado aos outros materiais. Os materiais quando imersos em café apresentaram manchamento e o mais resistente nesta solução foi o compósito Durafill.

Badra *et al.* (2005) verificaram a influência de diferentes bebidas (Coca-Cola, cachaça, café e saliva artificial) na microdureza e rugosidade de superfície dos compósitos resinosos: Filtek A110 (microparticulado), Filtek Z250 (microhíbrido) e um compósito resinoso de baixa viscosidade (Flow - 3M). Foram

confeccionadas 24 amostras de cada material e armazenadas por 24 horas. As amostras foram subdivididas em 6 grupos experimentais de acordo com as soluções. As amostras foram imersas por cinco minutos nas bebidas, três vezes ao dia durante 60 dias. O grupo controle foi mantido em saliva artificial durante todo o experimento. As análises de microdureza e rugosidade de superfície foram realizadas nos seguintes períodos: 24 horas, 7, 30 e 60 dias. Os resultados demonstraram que todas as bebidas alteraram a microdureza e/ou rugosidade de superfície dos materiais. As alterações foram dependentes da composição do material, tipo de bebida e do período avaliado. Ainda, maior tempo de imersão promoveu maior efeito nas propriedades dos compósitos resinosos.

Kolbeck *et al.* (2006) avaliaram a descoloração de compósitos resinosos termoativados e compósitos resinosos convencionais ocasionada pela irradiação UV e pelo vinho tinto. Foram utilizados materiais para facetas (Conquest Sculpture; ThermoResinLC; VitaZetaLC; Compoplus, BelleGlass) e 3 compósitos resinosos (Definite, AristonpHc e Spectrum TPH). Foram confeccionadas 16 amostras de cada material restaurador. As amostras foram polidas com lixa de carbetto de silício na granulação 1000. Após o polimento, as amostras foram armazenadas em água destilada por 24 horas e a cor foi mensurada utilizando espectrofotômetro com padrão CIE  $L^*a^*b$ . Posteriormente, as amostras foram envelhecidas com luz ultravioleta de acordo com a ISO 7491, e imersas em vinho tinto por 10 dias, quando a avaliação da cor final foi realizada. Os autores constataram que após 72 horas de irradiação UV, os compósitos indiretos Conquest Sculpture ( $\Delta^*E=1,0$ ), VitaZeta ( $\Delta^*E=0,8$ ) e Spectrum ( $\Delta^*E=0,9$ ) apresentaram valores clinicamente aceitáveis  $\Delta^*E \leq 3,3$ . Quando armazenado em vinho tinto o compósito indireto BelleGlass apresentou valor de  $\Delta^*E=1,0$  e o maior valor foi verificado no compósito ThermoResinLC ( $\Delta^*E=9,8$ ).

Luiz *et al.* (2007) investigaram a influência de diferentes bebidas no grau de conversão e cor do compósito resinoso Charisma nas seguintes bebidas: água destilada, Gatorade, iogurte, Coca-Cola e vinho tinto. Foram confeccionadas 25 amostras que foram submetidas ao polimento com lixas de carbetto de silício de

diferentes granulações (240, 400, 600 e 1200) e imersas nas soluções, as quais foram renovadas diariamente durante 168 horas. As análises de grau de conversão foram mensuradas por espectrofotometria Raman e para as mensurações de cor foi utilizado espectrofotômetro. Os autores observaram que o grau de conversão foi de aproximadamente 70% e indicaram que o aparelho de LED foi eficiente no processo de fotoativação. Não foi observada nenhuma reação química entre os componentes do compósito e as soluções utilizadas, indicando que a alteração de cor pode ser influenciada pelos processos de adsorção/absorção. Maiores valores para  $\Delta E$  foram encontrados quando as amostras foram imersas em vinho.

Samra *et al.* (2007) avaliaram a estabilidade de cor de materiais restauradores estéticos (Tetric Ceram, Targis, Resilab Master, belleGlass HP e IPS- Empress 2) quando imersos em solução de café. As amostras foram armazenadas durante 1 hora em água destilada a 37°C e a cor mensurada. As amostras foram imersas em solução de café e a renovação da solução foi a cada 2 dias, durante 15 dias e as análises de cor foram realizadas após 1, 7 e 15 dias de ciclagem química. Os autores verificaram que Tetric Ceram e Resilab Master apresentaram maior descoloração quando comparados ao Targis e BelleGlass. A cerâmica IPS-Empress2 mostrou-se mais resistente a alteração de cor. Foi observado que o café promoveu maior descoloração entre 1 e 7 dias e continuou até o fim do experimento.

Domingos *et al.* (2010) estudaram a influência da fonte de luz e de soluções manchadoras na estabilidade de cor de um compósito resinoso. Foram utilizadas 4 soluções (café, Coca-Cola, chá e saliva artificial), um compósito resinoso nanoparticulado (Filtek Supreme XT) e 3 unidades fotoativadoras (LED, halógena de alta potência e halógena normal). As amostras foram separadas aleatoriamente em 12 grupos (n=15). A estabilidade de cor e a luminosidade foram avaliadas em diferentes tempos de imersões T0) – 24 horas após imersão em saliva, T1) após 24 horas nas soluções, T2) 48 horas; T3) 7 dias; T4) 14 dias; T5) 21 dias; T6) 30 dias e T7) 60 dias. Os autores verificaram que a unidade LED promoveu

estabilidade de cor similar a unidade halógena. O café foi o meio de imersão que mostrou maior influência na estabilidade de cor, apresentando diferenças significativas entre 48 horas e 7 dias; 7 e 14 dias; 21 e 30 dias e 30 e 60 dias, em comparação com outras soluções.

Nasim *et al.* (2010) verificaram a estabilidade de cor de compósitos resinosos (microparticulado, microhíbrido e nanocompósito) quando imersos em diferentes soluções: água destilada, chá e Pepsi. Foram confeccionadas 30 amostras de cada compósito, separadas aleatoriamente em 3 subgrupos, de acordo com a solução de manchamento (n=10). As amostras foram imersas nas respectivas soluções por 1 hora durante 30 dias. Avaliações de cor foram realizadas inicialmente e após 7 e 30 dias. Segundo os autores, houve alteração de cor para os períodos avaliados de 7 e 30 dias e soluções. O compósito microhíbrido apresentou-se mais estável.

Awliya *et al.* (2010) avaliaram o efeito de diferentes soluções de café na superfície de compósitos resinosos através do teste de microdureza e da análise de cor. No estudo foram utilizados 3 materiais restauradores: compósito resinoso microhíbrido (Z250), compósito nanoparticulado (Filtek Supreme) e um compósito cerâmico modificado (Ormocer). Foram confeccionadas 75 amostras separadas em 5 grupos (café expresso, café turco, café americano, café arábico e solução salina - controle) e realizadas as mensurações de cor e dureza de superfície iniciais. As amostras foram armazenadas em 2 mL de cada solução durante 3 semanas. Todos os compósitos apresentaram alteração de cor nos diferentes tipos de café, sendo o compósito Z250 mais resistente ao manchamento. A microdureza dos compósitos não foi alterada significativamente.

Festuccia *et al.* (2011) avaliaram a estabilidade de cor, rugosidade de superfície e microdureza de compósitos submetidos a imersão em enxaguatórios bucais. Foram confeccionadas 50 amostras de cada material (Filtek Z250 e Z350) as quais foram polidas com lixas de carbeto de silício nas granulações 320, 600, 1200 e 2000. As amostras foram aleatoriamente separadas em 8 grupos de acordo com o enxaguatório e material restaurador. Inicialmente foram feitas as

análises de cor, rugosidade e microdurometro. Para simular o efeito de 1 ano de uso dos enxaguatórios, as amostras foram submetidas 360 ciclos, sendo diariamente realizados 12 ciclos de 1 minuto de imersão por um período de 30 dias. Todas as amostras foram submetidas às análises finais das propriedades estudadas. Maior alteração de cor foi observada para o Z250 quando imerso em solução de Listerine, e para o compósito Z350 quando imerso em Plax sem álcool. Ambos os compósitos apresentaram alterações significativas de rugosidade de superfície quando imersos em Listerine em comparação com Plax sem álcool.

Al-Kheraif *et al.* (2011) estudaram o efeito de unidades fotoativadoras e soluções simuladoras da dieta na susceptibilidade ao manchamento de um compósito resinoso microhíbrido (Ecusit- DMG) de diferentes cores (A3 e B3). Foram confeccionadas 45 amostras separadas aleatoriamente em 3 grupos de acordo com o fotoativador: G1-QTH (lâmpada halógena de quartzo e tungstênio); G2- Elipar FreeLight (LED) 2 e G3 – PAC (arco de plasma argônio). As amostras foram armazenadas em ambiente escuro a 37°C e nenhum polimento foi realizado. As soluções de manchamento utilizadas foram: água (controle), café e chá. As amostras permaneceram imersas nas soluções durante 30 dias, renovadas diariamente. A mensuração de cor foi realizada inicialmente e após 7, 15 e 30 dias de imersão. As soluções chá e café alteraram a cor dos compósitos significativamente, enquanto a água causou menor alteração de cor. As amostras fotoativadas com PAC promoveram maior descoloração que as unidades QTH e LED. As amostras fotoativadas por LED apresentaram maior resistência a descoloração.

Araby *et al.* (2012) avaliaram o efeito do cloro da água de piscina na susceptibilidade ao manchamento de materiais restauradores. Foram confeccionadas 21 amostras para cada material: compósito microhíbrido (Tetric Germ), compósito híbrido (Z250), compósito nanocompósito (Filtek Supreme XT), compômero (Dyract Extra), cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Photac Fill), cimento de ionômero de vidro nanomodificado (Ketac N-100) e compósito (IPS Empress 2). As amostras de cada grupo foram imersas em água

de piscina por 2 semanas, com troca diária da solução. Após esse período, a cor foi mensurada e as amostras separadas aleatoriamente em 6 grupos de acordo com as soluções de manchamento: café, chá verde, chá vermelho, extrato de cola, suco de laranja e bebida energética. As amostras foram imersas diariamente nas soluções por 3 horas, por 60 dias e a cor foi novamente mensurada. A alteração de cor de compósitos foi material dependente. O compósito e o cimento ionomérico nanoparticulado apresentaram melhor estabilidade de cor quando comparados aos demais materiais. O café promoveu maior alteração de cor nos compósitos.

Barutçigil *et al.* (2012) avaliaram a descoloração extrínseca e intrínseca de compósitos resinosos a base de dimetacrilato e a base de silorano. Neste estudo foram utilizados 5 compósitos resinosos (Filtek LS, Filtek Supreme XT, Filtek Z250, Filtek P60 e Admira) e 4 soluções: água destilada, chá, café e vinho. Foram confeccionadas 25 amostras de cada material restaurador e o polimento foi realizado após 24 horas com o sistema Sof Lex e armazenadas em água destilada a 37°C. Análises de cor foram realizadas após 24 horas e 30 dias de armazenamento. O vinho promoveu maior variação de cor nos compósitos. O Admira apresentou a menor e o Filtek LS a maior alteração de cor. Segundo os autores, todos os materiais avaliados neste estudo foram suscetíveis ao manchamento.

Erdemir *et al.* (2012) verificaram a estabilidade de cor de quatro compósitos resinosos (Filtek 250, Clearfil Majesty Posterior, Filtek Supreme, Clearfil) submetidos a imersão em bebidas energéticas. As amostras foram confeccionadas e armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas. O topo da superfície de cada amostra foi submetido ao sistema de acabamento e polimento Sof Lex, seguindo sequencialmente as granulações média, fina e superfina. As amostras foram separadas em 16 grupos de acordo com o material e solução (água destilada, Powerade, Red Bull e Burn) e foram imersas diariamente em 5 mL de cada solução durante 2 minutos, por 6 meses. A análise de cor foi realizada inicialmente e após 1 e 6 meses de armazenamento. Todas as soluções alteraram

a cor dos materiais após 6 meses de armazenamento; entretanto o Clearfil Majesty Posterior não apresentou alteração de cor. A alteração de cor dependeu da solução de imersão, material e tempo.

Sabatini *et al.* (2012) verificaram a estabilidade de cor de dez compósitos após armazenamento em umidade relativa. Foram confeccionadas 50 amostras dos seguintes materiais: Ceram X Duo, Filtek Supreme Plus, Four Seasons, Tetric Evo Ceram, Point 4, Premise, Vênus, Gradia Direct, Vit-L-Escence e Artitise (n=10). As análises de cor foram realizadas antes do polimento (imediatamente) e após 24 horas e 1 mês de armazenamento em umidade relativa. Valores de  $\Delta E$  maiores que 3,3 foram considerados clinicamente inaceitáveis. Os autores concluíram que todos os compósitos apresentaram alteração de cor, sendo mais significativa para os grupos armazenados imediatamente após a polimerização.

Bansal *et al.* (2012) constataram que o compósito a base de silorano é mais estável ao manchamento em soluções alcoólicas e não alcoólicas. Neste estudo, foram utilizados um compósito nanoparticulado (CeramX) e um a base de silorano (P90), os quais foram polidos com Super-Snap e armazenados em água destilada por 24 horas. As amostras foram armazenadas nas seguintes soluções: água destilada, Coca-Cola, Nimbooz e uísque, por 10 minutos, durante 7, 14, 28 e 56 dias. A Coca-Cola foi a solução que acarretou maior alteração de cor em ambos os compósitos.

Sarkis (2012) verificou a estabilidade de cor de compósitos resinosos imersos em diferentes soluções e períodos de armazenamento. Foram utilizados 5 compósitos resinosos (Tetric EvoCeram, Arabesk, Charisma, Beautiful II e Estelite Quick) (n=10). Após confecção, as amostras foram submetidas ao polimento com Super-Snap Rainbow (Shofu – Japão). Mensurações iniciais de cor foram realizadas utilizando espectrofotômetro (VitaShade). Metade das amostras de cada grupo foi imersa em 30 mL do pigmento azul derivado de um alimento local por 7 e 21 dias e o restante das amostras imersas em água destilada (controle). Segundo os resultados deste estudo, as diferenças de cor variaram de  $\Delta E=0,4$  para  $\Delta E=4,66$  quando as amostras foram submetidas ao polimento em

comparação ao grupo que não recebeu polimento. Em 21 dias não houve alteração significativa na cor. Os compósitos TetricEvoCeram e Arabesk apresentaram menor alteração de cor.

Arocha *et al.* (2012) avaliaram a estabilidade de cor de compósitos a base de metacrilatos e silorano. Foram selecionados 5 compósitos resinosos (Filtek Silorane, Filtek Z250, Tetric Ceram, Venus Diamond e Grandio) e confeccionadas 30 amostras de cada material armazenadas por 24 horas em água destilada a 37°C. Antes de iniciar o processo de manchamento, as amostras foram lavadas por 10 segundos com água destilada e secas com gaze. Foram realizadas análises da cor inicial das amostras (T0). As amostras foram armazenadas por 4 semanas nas seguintes soluções: café, chá preto, vinho, suco de laranja, Coca-Cola e água destilada, renovadas a cada 2 dias. As análises de cor foram realizadas semanalmente [1 semana (T1), 2 semanas (T2), 3 semanas (T3) e 1 mês (T4)]. Os autores verificaram que a maior variação foi ocasionada pelo vinho, enquanto a menor pela Coca-Cola. Na primeira semana o compósito Tetric EvoCeram apresentou o menor valor de estabilidade de cor ( $\Delta E=30,9$ ) quando imerso em vinho tinto e o compósito Filtek Z250 o maior valor de estabilidade de cor ( $\Delta E=1,1$ ) quando imerso em Coca-Cola. Na segunda semana, o compósito Tetric EvoCeram apresentou menor valor de estabilidade de cor ( $\Delta E=27,3$ ) quando imerso em vinho e o compósito Filtek Z250 o maior valor de estabilidade de cor ( $\Delta E=1,4$ ) quando imerso em Coca-Cola. Na terceira semana, o compósito Grandio apresentou o menor valor de estabilidade de cor ( $\Delta E=28,0$ ) quando imerso em café e o compósito Filtek Z250 o maior valor de estabilidade de cor ( $\Delta E=1,6$ ) quando imerso em Coca-Cola. Na quarta semana, o compósito Filtek Z250 apresentou o menor valor de estabilidade de cor ( $\Delta E=30,2$ ) quando imerso em vinho tinto e o compósito Filtek Z250 o maior valor de estabilidade de cor ( $\Delta E=1,4$ ) quando imerso em Coca-Cola. O silorano apresentou maior estabilidade de cor quando comparado aos compósitos a base de metacrilatos.

Lepri *et al.* (2012) verificaram a influência de bebidas e da escovação com diferentes cremes dentais na estabilidade de cor e rugosidade de superfície de um

compósito resinoso (Filtek Z250). Cento e vinte amostras foram confeccionadas e armazenadas em saliva artificial por 24 horas. Depois, as amostras foram submetidas ao polimento com discos Super-Snap (Shofu-Japão) e polidas com discos de feltro e pastas diamantadas de 6 e 3  $\mu\text{m}$ . Ao final dos procedimentos, as amostras foram lavadas com água destilada e secas com papel toalha e novamente imersas em saliva artificial por 24 horas. As amostras foram separadas em 12 grupos de acordo com a solução de armazenamento: vinho, bebida carbonatada de limão, aguardente de limão e saliva artificial e pelo creme dental utilizado na escovação (sem creme dental, Colgate e Close-Up X). Antes do ciclo de escovação e do processo de manchamento, as amostras foram analisadas em espectrofotômetro e a rugosidade foi mensurada com rugosímetro. As amostras foram separadas em quatro grupos: controle (saliva) e três experimentais (vinho tinto, bebida carbonatada e aguardente de cana). As amostras foram imersas cinco vezes ao dia durante 5 minutos sob agitação e intervalos de 2 horas por um período de 30 dias. Quando as amostras não estavam imersas nas soluções ficavam mantidas em saliva artificial até o início do ciclo seguinte. Depois as amostras foram submetidas à máquina de escovação perfazendo 40 movimentos de escovação por dia por 30 dias. Novas análises de cor foram realizadas nos períodos 15 e 30 dias. Após ciclo de imersão as amostras foram armazenadas em saliva artificial por 7 dias, quando foram re-polidas com lixas de carbetto de silício de granulação 1200 e imediatamente foram feitas análises de cor. Os resultados mostraram que independentemente da escovação as soluções promoveram alteração de cor significativa. O vinho tinto promoveu maior alteração e a saliva a menor alteração de cor. Na escovação foi observado aumento da rugosidade de superfície e quando associada as soluções pode-se observar que as amostras não submetidas a escovação apresentaram menor rugosidade quando comparado as submetidas a escovação/solução. Os autores concluíram que a alteração de cor do compósito foi influenciada pelas soluções e a rugosidade de superfície pelas soluções e escovação. A escovação não afetou a cor, entretanto aumentou a rugosidade de superfície e o re-polimento não foi suficiente para promover o

retorno da cor inicial da amostra, mas a descoloração do compósito foi parcialmente removida.

### **3. PROPOSIÇÃO**

O objetivo neste estudo foi verificar a influência de bebidas ácidas sobre o brilho e cor de materiais restauradores estéticos classificados como nanocompósitos.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Materiais

Para o desenvolvimento deste estudo foram utilizados três compósitos resinosos na cor A3 (Figura 1), indicados para confecção de restaurações estéticas de dentes anteriores e posteriores (Quadro 1).

**Quadro 1** – Compósitos utilizados no estudo

Compósito	Composição	Tamanho da partícula de carga	Fabricante	Nº do Lote
Z350XT	Partículas (aglomerado) de zircônia/sílica; partículas de sílica não aglomeradas; Bis-GMA,UDMA,TEGDMA, PEGDMA e Bis-EMA,	0,6 – 1,4 µm (aglomerado) 5 – 20 nm (nanopartícula)	3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA	N3101 75
IPS Empress Direct	Vidro de bário, trifluoreto de itérbio, dióxido de silício, copolímeros, UDMA, Bis-GMA, TCDMMA	40 - 3000 nm - Tamanho médio de 550 nm	Ivoclar Vivadent; Schaan, Liechtenstein	P5209, P5947, N3207 8
Charisma Diamond	Vidro de fluoreto de bário e alumínio, TCD-DI-HEA UDMA	5 nm – 20 µm	Heraeus Kulzer, GmbH, Hanau, Alemanha	01004, 010039

**Legenda:** Bis-GMA – Bisfenol A Glicidil Metacrilato; Bis-EMA: Bisfenol A Dimetacrilato etoxilado; UDMA: uretano dimetacrilato; TEGDMA: trietilenoglicol dimetacrilato; TCD-DI-HEA: 2- ácido propenóico (octahidro 4,7-metano-1H-indene-5-diyl) bis (metilenoiminocarbonyloxy-2,1-ethanediy) ester; PEGDMA: polietilenoglicol dimetacrilato, TCDMMA-Triciclodocandimetanoldimetacrilato

\*De acordo com manuais dos fabricantes

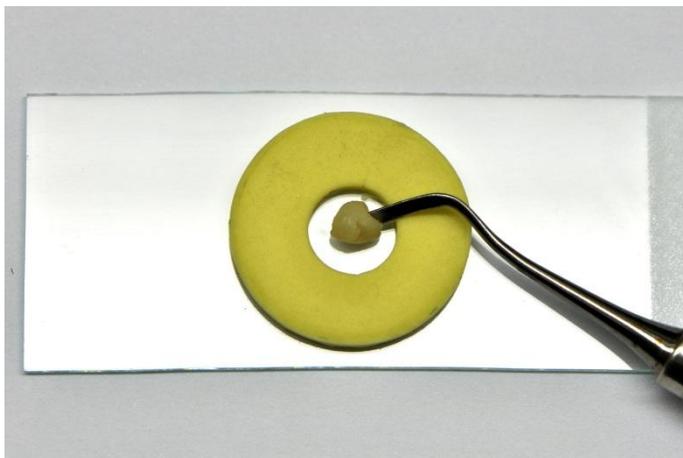
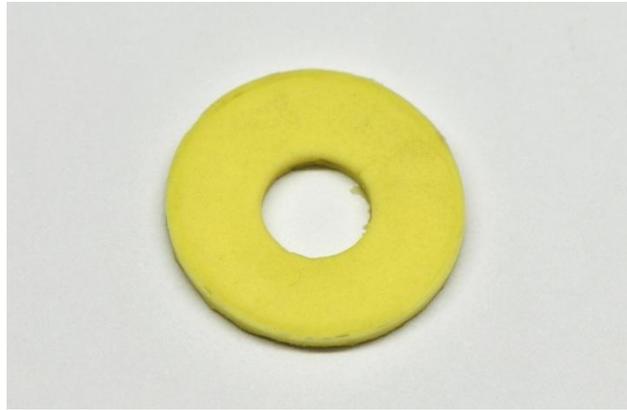


**Figura 1** – Compósitos utilizados no estudo (cor A3): A- Charisma Diamond ; B - IPS Empress Direct; C - Filtek Z350XT.

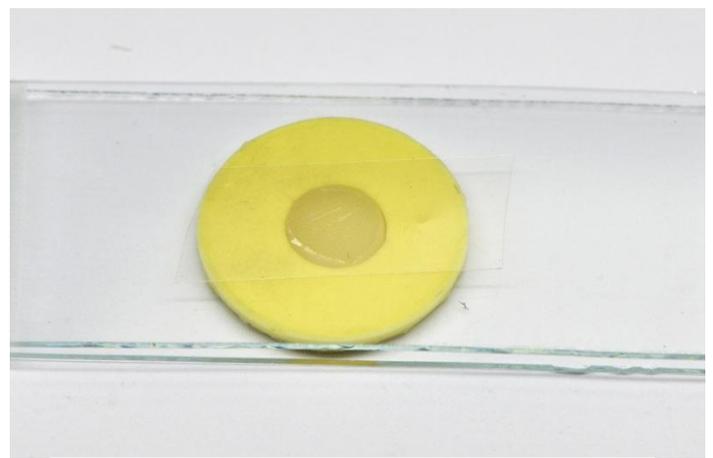
## 4.2. Método

### 4.2.1. Preparo das amostras

Foram confeccionadas quarenta amostras circulares para cada compósito, com dimensões de 8 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. Foi inserido incremento único em matriz de silicone de condensação (Optosil® Heraeus Kulzer, GbmH, Alemanha) (Figura 2) e realizada pressão digital sobre o conjunto matriz de poliéster (Airon – Maquira – Maringá/PR) e lamina de vidro para o escoamento de possíveis excessos de material (Figuras 3 e 4). Seguidamente, as amostras foram fotoativadas (Figura 5) de acordo com as recomendações dos fabricantes utilizando o aparelho Free Light (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) (Figura 6). A irradiância do aparelho ( $400\text{mW}/\text{cm}^2$ ) foi aferida antes pelo radiômetro Hilux Dental Curing Light Meter (Benilioglu Dental Inc, Bennaz Ankara Turquia) (Figura 7).



**Figura 3** - Inserção do compósito.



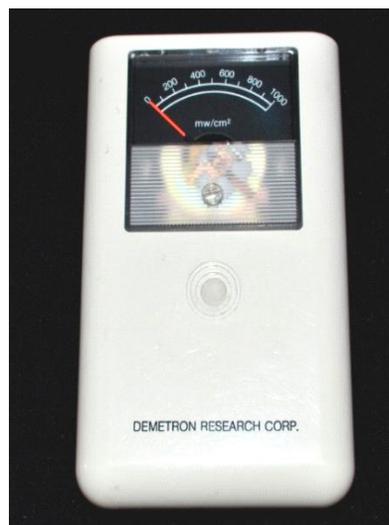
**Figura 4** - Tira de poliéster e lâmina de vidro posicionadas sobre o conjunto matriz/amostra.



**Figura 5** – Fotoativação da amostra.

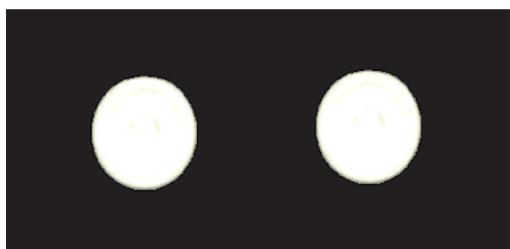


**Figura 6** - Aparelho fotoativador Free Light (3M/ ESPE).



**Figura 7** - Radiômetro Hilux Dental Curing Light Meter.

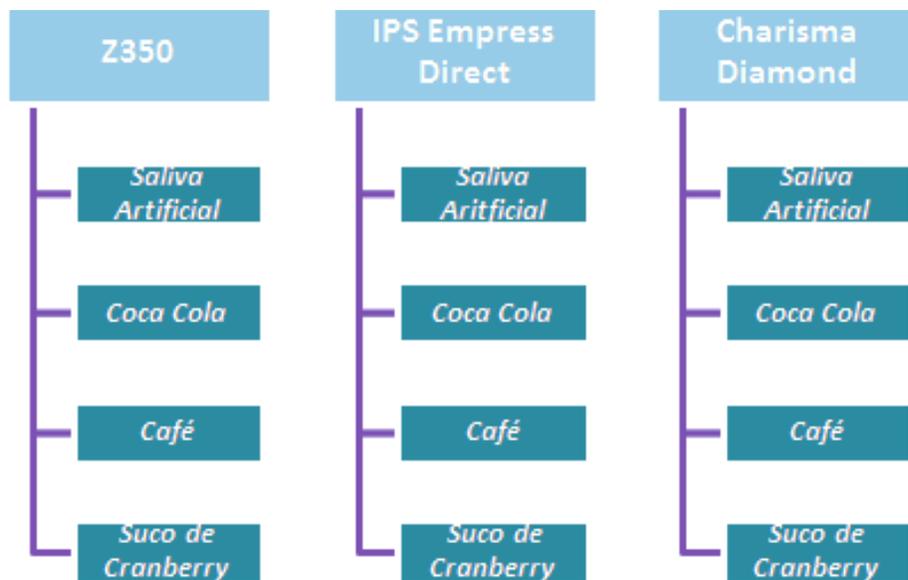
Após a fotoativação, as amostras foram removidas da matriz (Figura 8) e armazenadas com 100% de umidade relativa, em estufa (Fanem Ltda, São Paulo, SP, Brasil) a 37°C por 24 horas (Figura 9). As amostras foram aleatoriamente separadas em 12 grupos (n=10), de acordo com o material restaurador e solução de degradação (Figura 10).



**Figura 8** – Amostras confeccionadas.



**Figura 9** – Estufa utilizada para armazenar as amostras.



**Figura 10** – Divisão dos grupos experimentais de acordo com material restaurador e solução de degradação.

#### 4.2.2. Polimento

Após 24 horas, as amostras foram submetidas ao polimento com discos de óxido de alumínio SofLex Pop On (3M ESPE, St Paul, MN, USA) (Figura 11) em velocidade de baixa rotação.



**Figura 11** – Discos SofLex Pop On.

Os procedimentos de polimento foram realizados sob refrigeração a água e por um operador, como segue:

**Etapa 1:** Polimento com o disco de granulação média (cor laranja escura);

**Etapa 2:** Polimento com o disco de granulação fina (cor laranja clara);

**Etapa 3:** Polimento com o disco de granulação superfina (cor amarelo).

Cada etapa do polimento foi realizada por 20 segundos, com movimentos circulares. Em seguida, as amostras foram lavadas com spray água/ar, por 10 segundos e secas com ar por 5 segundos. A cada cinco amostras os discos foram substituídos.

Após cada etapa de polimento, as amostras foram limpas em ultrassom (Figura 12) durante 10 minutos para remoção de resíduos. Na lateral da amostra foi feita um entalhe com ponta diamantada esférica até atingir o ângulo entre lateral e base (Figura 13), para identificação da superfície do lado superior da amostra, que esteve em contato com a fonte fotoativadora, sobre a qual foram realizadas as análises.



**Figura 12** - Ultrassom utilizado para limpeza das amostras.



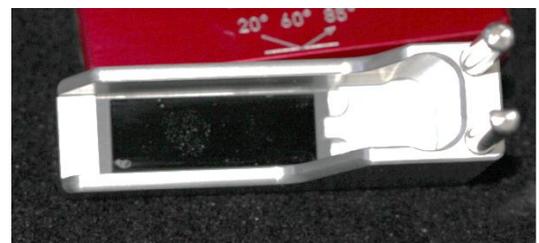
**Figura 13-** Entalhe na lateral/base da amostra.

### 4.2.3. Avaliação do brilho

A avaliação de brilho de superfície dos compósitos foi realizada com o medidor de brilho ZGM 1120 Glossmeter (Zehntner GmbH Testing Instruments, Switzerland) (Figura 14). O princípio de mensuração do aparelho é baseado num feixe de luz que incide na superfície da amostra em ângulos de 20, 60 e 85 graus. O aparelho mede a intensidade da luz refletida e compara com o valor de referência dado pelo aparelho. Neste estudo foram avaliados os valores do ângulo de 60° (Yalcin *et al.*, 2005). Para a calibração do aparelho foi utilizado um dispositivo de vidro negro polido (Figura 15) fornecido pelo fabricante. A amostra foi posicionada num dispositivo (Figura 16) desenvolvido no Laboratório de Materiais Dentários (FOP/UNICAMP). Em seguida, o medidor de brilho foi fixado no dispositivo (Figura 17), permitindo a padronização de posicionamento das amostras em contato com o medidor de brilho. Foram realizadas 4 mensurações de cada amostra, uma em cada quadrante, com feixe de luz incidindo em 60 graus. A média das leituras foi registrada como valor da unidade de brilho (Gloss Unit - GU) e os dados obtidos foram registrados no software GlossTools.



**Figura 14** – Medidor de brilho  
ZGM 1120 Glossmeter.



**Figura 15** – Dispositivo de vidro negro utilizado para calibrar o aparelho.



**Figura 16** – Dispositivo para posicionamento da amostra.



**Figura 17** – Medidor de brilho posicionado sobre o dispositivo/amostra.

#### 4.2.4. Avaliação da cor

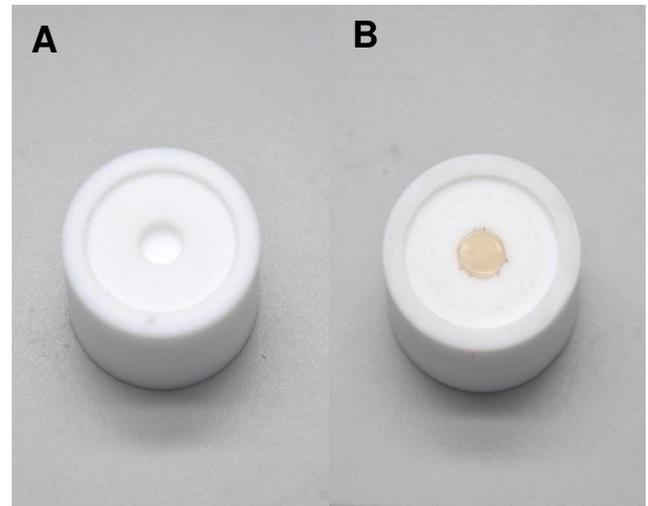
A avaliação da cor foi realizada com espectrofotômetro de refletância Konica Minolta CM 700d (Minolta Co. Ltd, Tóquio, Japão) (Figura 18), em ambiente de luz padronizado (Figura 19) (GTI MiniMatcher MM 1 GTI Graphic Technology Inc., Newburg, NY, USA), previamente calibrado de acordo com as instruções do fabricante do espectrofotômetro. O entalhe feito na amostra permitiu padronizar a posição da amostra no porta-amostra de teflon (Figura 20) durante a avaliação da cor.



**Figura 18** – Aparelho utilizado para avaliação da cor.



**Figura 19**– Cabine de luz utilizada para análise das amostras (GTI Minimatcher).



**Figura 20** – A – porta-amostra; B- amostra posicionada no porta-amostra.

Para este trabalho foi selecionada a ponta com abertura de área de leitura/iluminação: “MAV” – *Medium Area View*, cuja área de leitura é de 8 mm e iluminação de 11 mm.

A mensuração foi realizada com a amostra posicionada no porta-amostra, com a superfície do compósito voltada para cima, no interior da cabine de luz (opção luz do dia) para padronização da luz externa com área de leitura de 8 mm no centro da amostra. Para a leitura foi necessário adequado acoplamento da ponta de leitura do espectrofotômetro ao porta-amostra (Figura 21), evitando entrada de luz externa. Foi utilizada a cabine de luz com a finalidade de padronizar a luz ambiente, que incide sobre o porta-amostra, o que poderia influenciar a leitura de cor. Os valores obtidos foram posteriormente exportados para *software* específico para verificação da cor (On Color, Konica Minolta Sensing Americas, NJ, USA).



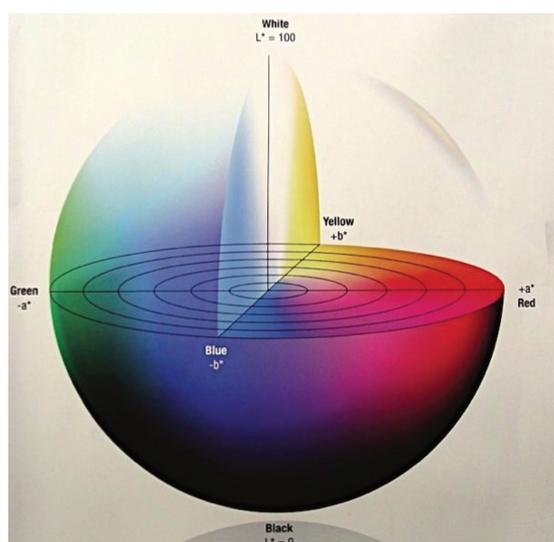
**Figura 21** – Acoplamento do espectrofotômetro no porta-amostra.

Para a avaliação da cor foi utilizada a escala CIE  $L^*a^*b^*$  (Figura 22), modelo proposto pela *Commission Internationale de l'Éclairage* (CIE), organização que padroniza a cor em áreas definidas. O modelo CIE  $L^*a^*b^*$  representa um espaço de cor uniforme, com distâncias iguais correspondendo a igual percepção das diferenças de cor. Neste espaço tridimensional de cor existem três eixos ou coordenadas (L, a, b). O valor de  $L^*$  é a medida de luminosidade ou claridade de um objeto, sendo que o preto total tem valor de  $L^*$  igual a zero, enquanto o branco total tem valor de  $L^*$  igual a 100. Existem ainda dois componentes cromáticos que representam as variações de matiz e croma. O eixo  $a^*$  é medido do avermelhado ( $a^*$  positivo) ao esverdeado ( $a^*$  negativo), variando respectivamente de +120 a -120. O eixo  $b^*$  é medido do amarelado ( $b^*$  positivo) ao azulado ( $b^*$  negativo), variando respectivamente de +120 a -120. As coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  aproximam-se de zero para as cores neutras (branco, cinza) e aumentam em magnitude para as cores mais saturadas e intensas. Este sistema permite a definição numérica das cores, bem como a quantificação de diferenças entre elas.

A fórmula utilizada para o cálculo da diferença de cores ( $\Delta E$ ) é representada por:

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

Onde  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  e  $\Delta b$  são as diferenças dos valores obtidos antes e depois do processo de degradação.



**Figura 22**– CIE  $L^*a^*b^*$ , modelo proposto pela *Commission Internationale de l'Éclairag* (Konica Minolta)

#### 4.2.5. Degradação Química

Após as leituras iniciais de cor e brilho de superfície todas as amostras foram submetidas à degradação química em diferentes soluções: Coca-Cola, Suco de Cranberry, Nescafé e saliva artificial (Figura 23). Seguindo o protocolo utilizado por Schmitt (2011), para a solução de café (Nescafé), 15 gramas de pó foram pesadas em balança analítica (Figura 24) e adicionadas a 500 mL de água fervente (Figura 25). As amostras foram imersas individualmente em 4 mL de cada solução (Figuras 26 e 27) por 15 minutos, três vezes ao dia, durante 14 dias. Após

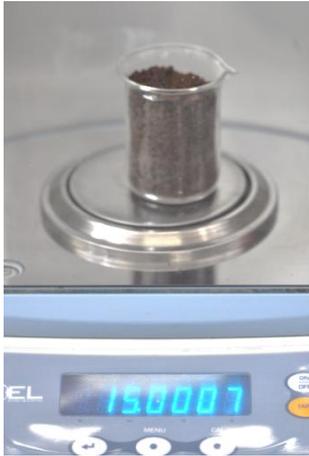
cada imersão em solução, as amostras foram lavadas com jato de água/ar e armazenadas em saliva artificial a 37°C até a realização da próxima imersão. A composição das soluções de degradação e pH estão descritos no Quadro 2.



**Figura 23** – Nescafé; Suco Cranberry; Coca- Cola e Saliva artificial.

Quadro 2 – Composição e pH das soluções.

<b>Solução</b>	<b>Composição</b>	<b>pH</b>
Coca-Cola	Água carbonatada, açúcar, ácido fosfórico, flavorizantes, cafeína, extrato de cola	2,54
Suco <i>Cranberry</i>	Água, açúcar, suco concentrado de Cranberry e ácido ascórbico.	2,76
Nescafé	Pó de Café	5
Saliva artificial	Hidróxido de cálcio (0,1169/L de água deionizada), Fósforo e Potássio (0,1225g de fosfato de potássio monobásico /L); 2,4280g de tampão TRIS/L	7



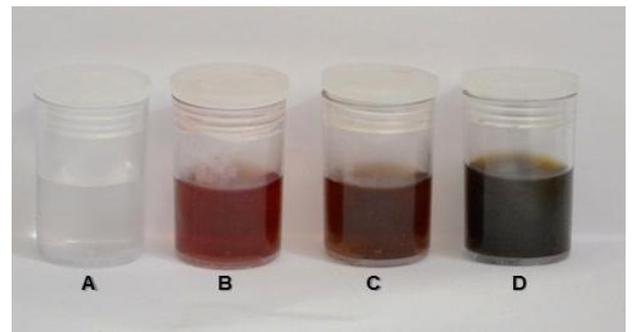
**Figura 24**– Pesagem do pó de café.



**Figura 25**– Volume de água utilizado no preparo da solução de café.



**Figura 26** – Seringa de plástico utilizada para mensurar o volume de solução (4 mL) dispensada em recipiente plástico.



**Figura 27** – Diferentes soluções de degradação: A) Saliva; B) Suco Cranberry; C) Cola-Cola e D) Nescafé.

Após 14 dias, as amostras foram lavadas em ultrassom por 10 minutos e as análises finais de brilho e cor foram realizadas conforme descrito anteriormente para avaliação das análises iniciais de brilho e cor, permitindo o cálculo das variações de brilho (brilho final – brilho inicial) e de cor ( $\Delta E$ ).

#### **4.2.6. Análise dos dados**

Os dados foram avaliados quanto à normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov apresentando distribuição normal ( $p > 0,02$ ). Em seguida, foram submetidos à Análise de Variância com 2 fatores (material e solução de degradação) e ao teste Tukey (5%).

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Cor

A análise de variância evidenciou que a interação entre os fatores (compósito X solução) foi significativa ( $p=0,004$ ). A fim de identificar quais grupos diferiram entre si, considerando os dois fatores de variação, foi realizado o teste de Tukey, os valores de  $\Delta E$  e os desvios padrão estão apresentados na Tabela 1. Quando comparou-se o  $\Delta E$  do mesmo material após degradação nas diferentes soluções, observou-se que o manchamento do compósito Z350 foi maior quando degradado em café e suco Cranberry. Para o IPS Empress Direct, o café promoveu maior alteração de cor, seguido pelo suco Cranberry, Coca-Cola e saliva, havendo diferença significativa entre eles. Para o compósito Charisma Diamond, a alteração de cor foi significativamente maior nas amostras degradadas com café e suco, seguidos pela Coca-Cola e saliva artificial, os quais diferiram entre si. Quando foi analisada a influência de cada solução nos materiais, foi observado que a variação de cor foi semelhante nos 3 materiais estudados, quando expostos à Coca-Cola. Entretanto, o café promoveu menor alteração de cor no compósito Charisma Diamond. O suco e a saliva promoveram maior alteração de cor no Filtek Z350 quando comparado ao Charisma Diamond.

Tabela 1 - Variação de cor ( $\Delta E$ ) dos compósitos resinosos após degradação em diferentes soluções.

Soluções	Materiais					
	Filtek Z350		IPS Empress Direct		Charisma	
Coca-Cola	2,46 (0,59)	b, A	3,55 (0,95)	c, A	4,31 (0,49)	b, A
Café	11,16 (0,92)	a, A	11,35 (0,83)	a, A	8,80 (0,86)	a, B
Suco	9,54 (0,97)	a, A	8,57 (0,62)	b, AB	7,03 (0,77)	a, B
Saliva	3,03 (0,85)	b, A	1,12(0,57)	d, AB	0,72 (1,03)	c, B

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas diferem entre si, em nível de significância de 5% de acordo com o teste de Tukey.

## 5.2. Brilho

A análise de variância evidenciou que a interação entre os fatores (compósito X solução) foi significativa ( $p < 0,001$ ). A fim de identificar quais grupos diferiram entre si, considerando os dois fatores de variação, foi realizado o teste de Tukey, os valores de brilho e os desvios padrão estão apresentados na Tabela 2. Quando foi comparada a alteração de brilho do mesmo material nas diferentes soluções, observou-se que para o compósito Filtek Z350 a perda de brilho das amostras degradadas em café e suco foi significativamente maior quando comparadas as demais soluções. Para o IPS Empress Direct, o café promoveu maior perda de brilho, seguido do suco Cranberry, Coca-Cola e saliva artificial, os quais diferiram significativamente entre si. Já para o Charisma Diamond, maior perda de brilho foi promovida pelo café, seguido pelo suco Cranberry. A menor perda de brilho foi ocasionada pela Coca-Cola e saliva artificial, as quais não diferiram entre si. Quando foi analisada a influência da solução nos diferentes materiais, observou-se que a variação de brilho foi semelhante em todos os

materiais estudados, quando expostos a Coca-Cola, enquanto o café promoveu maior perda de brilho no compósito IPS Empress Direct. O suco Cranberry promoveu maior perda de brilho no Filtek Z350, quando comparado aos compósitos IPS Empress Direct e Charisma Diamond, os quais foram similares. A saliva promoveu maior perda de brilho no Charisma Diamond quando comparado ao IPS Empress Direct.

Tabela 2 - Variação do brilho dos compósitos resinosos após degradação em diferentes soluções

Soluções	Materiais					
	Filtek Z350		IPS Empress Direct		Charisma	
Coca-Cola	- 1,88 (0,84)	b, A	- 1,78 (0,60)	c, A	- 1,97 (0,59)	c, A
Café	- 4,35 (0,92)	a, B	- 5,24 (0,91)	a, A	- 3,21 (0,75)	a, B
Suco	- 4,97 (0,93)	a, A	- 3,38 (0,62)	b, B	- 2,60 (0,50)	b, B
Saliva	- 1,20 (0,67)	b, BA	- 0,69 (0,55)	d, B	- 1,35 (0,83)	c, A

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas colunas e maiúsculas em linhas diferem entre si, em nível de significância de 5% de acordo com o teste de Tukey.

## 6. DISCUSSÃO

Os compósitos resinosos estão constantemente sujeitos aos desafios térmicos, mecânicos e químicos na cavidade bucal, os quais podem acarretar danos à sua superfície num processo conhecido como degradação (de Paula, 2011). A degradação química pode contribuir na alteração de cor dos materiais restauradores, sendo este um dos fatores responsáveis pela substituição de restaurações (Ren *et al.*, 2012).

Quando analisamos a influência das soluções no manchamento dos compósitos Filtek Z350 e Charisma Diamond, observamos que o café e o suco Cranberry promoveram maior alteração de cor nesses materiais, enquanto que para o compósito IPS Empress Direct maior alteração de cor foi promovida pelo café. Tais resultados podem ser explicados pelo pH ácido do café (pH=5) e presença de mais de 22 tipos de ácidos em sua composição, dentre eles o ácido cítrico e acético (Tian *et al.*, 2012; Engelhardt *et al.*, 1985), além da presença de pigmentos amarelos. O suco Cranberry contém o ácido cítrico e pH=2,7 e sua coloração é vermelho intenso. Segundo Lussi *et al.* (2005) o ácido o cítrico possui boa capacidade tampão, o que acarreta em maior estabilidade do pH da solução. Ainda, de acordo com Villalta *et al.*, (2006) o pH ácido das soluções pode aumentar a rugosidade de superfície dos compósitos resinosos e promover a alteração e cor, devido à formação de irregularidades na superfície do material, resultando em maior absorção/adsorção do pigmento da solução (Lu *et al.*, 2005).

A pigmentação dos compósitos resinosos promovida pelo café está relacionada à presença de grande quantidade de pigmentos amarelos, os quais apresentam baixa polaridade, e conseqüentemente são difundidos rapidamente na matriz orgânica do material resinoso (Araby *et al.*, 2012). Absorção e a adsorção de pigmentos polares na superfície dos compósitos podem ser explicadas pela provável afinidade da matriz orgânica deste material com os pigmentos presentes no café (Araby *et al.*, 2012). Vários estudos constataram que tais pigmentos são responsáveis pela alteração de cor dos compósitos resinosos (Ardu *et al.*, 2010; Domingos *et al.*, 2010; Samra *et al.*, 2010).

A degradação em solução de café resultou em menor alteração de cor para o compósito Charisma Diamond quando comparado aos outros materiais. Tal resultado está relacionado a alguns fatores, como a composição dos materiais, os quais apresentam diferenças em relação à matriz orgânica, a sorção de água e ao grau de conversão dos compósitos (Dietschi *et al.*, 1994 ; Gopferich 1994). O compósito Charisma Diamond apresenta em sua composição os monômeros UDMA e TCD-DI-HEA. Pouco se sabe do desempenho do monômero TCD-DI-HEA frente ao processo de degradação, no entanto, a presença do UDMA confere maior estabilidade hidrolítica ao material (Ferracane *et al.*, 2006; Moraes *et al.*, 2010), a qual pode ser aumentada pela presença TCD-DI-HEA, tornando o Charisma Diamond menos susceptível a alteração de cor ocasionada pela absorção e adsorção dos pigmentos do café.

A maior alteração de cor promovida pelo suco Cranberry, saliva e café no compósito Filtek Z350, quando comparado ao Charisma Diamond, está relacionada ao menor percentual do monômero UDMA presente no Filtek Z350, o qual é responsável, pela estabilidade hidrolítica do material. De acordo com os fabricantes, o Charisma Diamond e o Filtek Z350 apresentam em sua composição aproximadamente 15% e 10% de UDMA. Ainda, Filtek Z350 apresenta em sua composição os monômeros Bis-GMA e TEGDMA, os quais são considerados monômeros com características mais hidrófilas, sendo, portanto, mais susceptíveis ao manchamento frente ao processo de degradação (Ren *et al.*, 2012).

O brilho do material restaurador é uma característica extremamente importante e tem efeito sobre a percepção de cor e aparência que devem ser comparáveis a de dentes naturais (O'Brien *et al.*, 1964). Segundo Takahashi *et al.* (2013), em superfícies mais rugosas há diminuição do brilho de superfície devido ao espalhamento aleatório da luz. Dessa forma, a perda de brilho, em compósitos resinosos, atua negativamente na estética sendo responsável pela desarmonia em relação aos dentes adjacentes.

A Coca-Cola promoveu a diminuição do brilho, de forma similar, em todos os materiais estudados. Esta bebida apresenta pH=2,5 e ácido fosfórico em sua

composição. Sales-Peres *et al.* (2007) verificaram que bebidas que contêm este ácido possuem boa capacidade tampão, fator responsável por manter o pH da solução estável por determinado período. Provavelmente, o ácido fosfórico quando em contato com o compósito promoveu o amolecimento da matriz orgânica, interferindo na incidência e reflexão da luz acarretando na diminuição do brilho desses materiais (Abu Bakr *et al.*, 2000; Briso *et al.*, 2011).

Apesar de ter apresentado variação de brilho menor que o Z350, quando imersos em café e suco Cranberry, um aspecto relativo ao compósito IPS Empress Direct que poderia favorecer o brilho de superfície pode estar relacionado à presença de partículas de carga de trifluoreto de yttrio, a qual libera certa quantidade de flúor, podendo esse componente ser solúvel em água e influenciar nas propriedades ópticas do material (Buchalla *et al.*, 2002; Takahashi *et al.*, 2013). Ainda, durante o processo de degradação a molécula de água difunde-se no interior da matriz polimérica ocupando micro espaços entre as cadeias, degradando também as ligações siloxanas e promovendo o amolecimento da matriz orgânica (Asmussen, 1984). De acordo com estudo de Vichi (2004), quando ocorre a degradação hidrolítica da cadeia polimérica o espalhamento de luz é comprometido.

Em relação ao suco Cranberry, maior perda de brilho foi verificada no compósito Filtek Z350. Tal resultado pode ser atribuído, entre outros fatores, ao menor percentual (10%) do monômero, com características mais hidrófobas, UDMA em sua composição quando comparado aos compósitos Charisma Diamond (15%) e IPS Empress Direct (25%). Além disso, Filtek Z350 possui em sua composição o monômero TEGDMA, sendo este mais susceptível a degradação em meio aquoso (Sideridou *et al.*, 2004; Furuse *et al.*, 2008).

A saliva artificial promoveu menor perda de brilho para o compósito IPS Empress Direct quando comparado ao Charisma Diamond. Pouco se sabe acerca da influência do monômero TCDMMA, presente no IPS Empress Direct, no processo de degradação química. No entanto, de acordo com os resultados deste estudo supõe-se que este monômero seja mais hidrófobo quando comparado aos

monômeros presentes no Charisma Diamond, além de apresentar maior percentual de UDMA (25%) em sua composição, acarretando menor degradação hidrolítica do material pela difusão da água no interior da matriz e conseqüentemente menor perda de brilho (Vichi, 2004).

A maior perda de brilho, no compósito resinoso Filtek Z350, foi promovida pelas soluções de café e suco Cranberry quando comparados a Coca-Cola e saliva artificial. Tal constatação está relacionada ao pH ácido associado a capacidade tampão das bebidas. Apesar da Coca-Cola apresentar menor pH, possui menor capacidade tampão, quando comparada a outras bebidas (Larsen *et al.*, 1999; Jensdottir *et al.*, 2005; Correr *et al.*, 2012), corroborando com os achados de Jensdottir *et al.* (2005), o qual constatou que sucos de frutas integrais tem uma boa capacidade tampão quando comparados a bebidas carbonatadas como a Coca-Cola. Ainda, de acordo com alguns estudos, o ácido cítrico (presente no suco e café) tem boa capacidade tampão (Grobler *et al.*, 1990, Lussi *et al.*, 1995, Azrak *et al.*, 2003), a qual em associação ao baixo pH das bebidas estudadas tornam-se responsáveis pela maior degradação do compósito Filtek Z350.

Para os compósitos Charisma Diamond e IPS Empress Direct maior perda de brilho foi promovida pelo café. Em um estudo sobre pigmentos incorporados a tinta de carros observou-se que pigmentos externos quando presentes nas tintas de revestimento resultam em menor brilho, ou seja, o brilho é diretamente influenciado pela pigmentação (Bardi *et al.*, 2012). Neste estudo, podemos supor que os monômeros TCD-DI-HEA e TCDMMA, presentes respectivamente no Charisma Diamond e IPS Empress Direct, tenham mais afinidade com os pigmentos polares do café, o que resultaria em maior pigmentação dos materiais e conseqüentemente menor reflexão de luz.

Frente ao exposto, é evidente que a degradação química em soluções ácidas altera as propriedades ópticas de brilho e cor dos compósitos resinosos. Dessa forma, a estética é comprometida diminuindo a longevidade clínica da restauração, pela necessidade da substituição da mesma.

## 7. CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos pôde-se concluir que:

- Todas as bebidas estudadas influenciaram no brilho e cor dos nanocompósitos;
- Todas as soluções promoveram perda de brilho e manchamento em todos os materiais estudados.
- Maior manchamento e perda de brilho foram promovidas pelo café e suco Cranberry em todos os compósitos.

## REFERENCIAS

Abu-Bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Changes in the mechanical properties and surface texture of compomer immersed in various media. *J Prosth Dent.* 2000;84(4):444-52.

Al-kheraif AA. Effects of curing units and staining solutions on the color susceptibility of a microhybrid composite resin. *J Dent Sci.*2011;6(1) 33-40

Anagnostou M, Chelioti G, Chioti S, Kakaboura A. Effect of tooth-bleaching methods on gloss and color of resin composites. *J Dent.* 2010;38 Suppl 2:e129-36.

Araby AM, Taher NM. Effect of swimming pool water on staining susceptibility of various tooth-colored restorative materials. King Saud University. *J Dent Sci.* 2012;3(2):69-75

Ardu S, Braut V, Gutemberg D, Krejci I, Dietschi D, Feilzer AJ. A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. *Quintessence Int.* 2010;41(8):695-702.

Arocha MA, Mayoral JR, Lefever D, Mercade M, Basilio J, Roig M. Color stability of siloranes versus methacrylate-based composites after immersion in staining solutions. *Clin Oral Investig.* 2012; 16(4): 1-7

Asmussen E. Softening of BISGMA-based polymers by ethanol and by organic acids of plaque. *Scand JDent Res.* 1984;92(3):257-61.

Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of UEDMA Bis-GMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. *Dent Mater:* official publication of the Academy of Dental Materials. 1998;14(1):51-6.

Awliya, Deemah J. Al-Alwani, Eftekar S. Gashmer, Huda B. Al-Mandil. The effect of commonly used types of coffee on surface microhardness and color stability of resin-based composite restorations. *The Saudi Dental Journal.* 2010;22(4):177-181.

---

De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseada na norma do International Committee of Medical Journal Editors – Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

Badra VV, Faraoni JJ, Ramos RP, Palma-Dibb RG. Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites. *Oper Dent.* 2005;30(2):213-9.

Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent.* 2005;33(5):389-98

Bansal K, Acharya SR, Saraswathi V. Effect of alcoholic and non-alcoholic beverages on color stability and surface roughness of resin composites: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2012;15(3):283-8.

Bardi MAG, Machado LDB. Accompanying of parameters of color, gloss and hardness on polymeric films coated with pigmented inks cured by different radiation doses of ultraviolet light. *Radiat Phys and Chem.*2012(9) 81: 1332-1335.

Barutçigil C, Yildiz M. Intrinsic and extrinsic discoloration of dimethacrylate and silorane based composites. *J Dent.* 2012;40(1):57-63.

Baseren M. Surface roughness of nanofill and nanohybrid composite resin and ormocer-based tooth-colored restorative materials after several finishing and polishing procedures. *J Biomater Appl.* 2004;19(2):121-34.

Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent Mater: official publication of the Academy of Dental Materials.* 2007;23(1):51-9.

Bertoldo CES, Miranda DA, Souza-Junior EJ, Aguiar FHB, Lima DANL, Lovadino JR. Evaluation of surface and color stability of direct resin composites after different polishing protocols. *Int J Dent Clin.* 2011;3 (03):16-21.

Bowen RL. Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidil acrylate. *United States patent Office.*1962;27 (11):1-3

Buchalla W, Attin T, Hilgers RD, Hellwig E. The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. *J Prosthet Dent.* 2002;87(3):264-70.

Campbell PM, Johnston WM, O'Brien WJ. Light scattering and gloss of an experimental quartz-filled composite. *Journal of dental research*. 1986;65(6):892-4.

Carvalho F, Sampaio C, Fucio S, Carlo H, Correr-Sobrinho L, Puppini-Rontani R. Effect of chemical and mechanical degradation on surface roughness of three glass ionomers and a nanofilled resin composite. *Oper Dent*. 2012;37(5):509-17.

Choi MS, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Changes in surface characteristics of dental resin composites after polishing. *J Mater Sci Mater Med*. 2005;16(4):347-53.

Da Costa J, Ferracane J, Paravina RD, Mazur RF, Roeder L. The effect of different polishing systems on surface roughness and gloss of various resin composites. *J Esthet Restor Dent*. 2007;19(4):214-24; 25-6.

de Paula AB, Fucio SB, Ambrosano GM, Alonso RC, Sardi JC, Puppini-Rontani RM. Biodegradation and abrasive wear of nano restorative materials. *Oper Dent*. 2011;36(6):670-7.

Domingos PA, Garcia PP, Oliveira AL, Palma-Dibb RG. Composite resin color stability: influence of light sources and immersion media. *J App Oral Sci* 2011;19(3):204-11.

Doray PG, Li D, Powers JM. Color stability of provisional restorative materials after accelerated aging. *J Prosthodont*. 2001;10(4):212-6.

Douglas RD. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. *J Prosthet Dent*. 2000;83(2):166-70.

Engelhardt UH, Maier HG. Acids in coffee. The proportion of individual acids in the total titratable acid. 1985;181(1):20-3.

Erdemir U, Yildiz E, Eren MM. Effects of sports drinks on colour stability of nanofilled and microhybrid composites after long-term immersion. *J Dent*. 2012; 40(0):55-63.

Ergucu Z, Turkun LS, Aladag A. Color stability of nanocomposites polished with one-step systems. *Oper Dent* 2008;33(4):413-20.

Ertas E, Guler AU, Yucel AC, Koprulu H, Guler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J.* 2006;25(2):371-6.

Festuccia MS, Garcia Lda F, Cruvinel DR, Pires-De-Souza Fde C. Color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to mouthrinsing action. *J App Oral Sci.* 2012;20(2):200-5.

Fontes ST, Fernandez MR, de Moura CM, Meireles SS. Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *J App Oral Sci.* 2009;17(5):388-91.

Fucio SB, Carvalho FG, Sobrinho LC, Sinhoreti MA, Puppim-Rontani RM. The influence of 30-day-old *Streptococcus mutans* biofilm on the surface of esthetic restorative materials--an in vitro study. *J Dent.* 2008;36(10):833-9

Fujita M, Kawakami S, Noda M, Sano H. Color change of newly developed esthetic restorative material immersed in food-simulating solutions. *Dent Mater J.* 2006;25(2):352-9.

Fuleki T, Francis FJ. A new developing solvent for paper chromatography of various phenolic compounds, sugars and amino acids. *J Chrom.* 1967;26(2):404-11.

Furuse AY, Gordon K, Rodrigues FP, Silikas N, Watts DC. Colour-stability and gloss-retention of silorane and dimethacrylate composites with accelerated aging. *J Dent.* 2008;36(11):945-52.

Fusayama T, Hirano T, Kono A. Discoloration test of acrylic resin fillings by an organic dye. *J Prosthet Dent.* 1971;25(5):532-9.

Gonulol N, Yilmaz F. The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and colour stability of nanocomposites. *J Dent.* 2012;40(2):64-60.

Gross MD, Moser JB. A colorimetric study of coffee and tea staining of four composite resins. *J Oral Rehabil.* 1977;4(4):311-22.

Guler AU, Guler E, Yucel AC, Ertas E. Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *J App Oral Sci.* 2009;17(2):108-12.

Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* . 2005;94(2):118-24.

Gurdal P, Akdeniz BG, Hakan Sen B. The effects of mouthrinses on microhardness and colour stability of aesthetic restorative materials. *J oral Rehabil*. 2002;29(9):895-901.

Heintze SD, Forjanic M, Ohmiti K, Rousson V. Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. *Dent Mater*. 2010;26(4):306-19.

Heintze SD, Forjanic M, Rousson V. Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. *Dent Mater* 2006;22(2):146-65.

Hosoya Y. Five-year color changes of light-cured resin composites: influence of light-curing times. *Dent Mater*. 1999;15(4):268-74. Epub 1999/11/07.

Hosoya Y, Shiraishi T, Puppini-Rontani RM, Powers JM. Effects of acidulated phosphate fluoride gel application on surface roughness, gloss and colour of different type resin composites. *J Dent*. 2011;39(10):700-6.

Ishikawa-Nagai S, Yoshida A, Da Silva JD, Miller L. Spectrophotometric analysis of tooth color reproduction on anterior all-ceramic crowns: Part 1: analysis and interpretation of tooth color. *J Esthet Dent*. 2010;22(1):42-52.

Janda R, Roulet JF, Latta M, Steffin G, Ruttermann S. Color stability of resin-based filling materials after aging when cured with plasma or halogen light. *Eur J Oral Sci*. 2005;113(3):251-7.

Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci Mater Med*. 2007;18(1):155-63.

Kolbeck C, Rosentritt M, Lang R, Handel G. Discoloration of facing and restorative composites by UV-irradiation and staining food. *Dent Mater*. 2006;22(1):63-8

Korkmaz Y, Ozel E, Attar N, Aksoy G. The influence of one-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of nanocomposites. *Oper Dent*. 2008;33(1):44-50.

Kwong WJ. Using a nanohybrid composite and diode laser to achieve minimally invasive esthetic anterior restorations. *Compend Contin Educ Dent*. 2011;32(2):52-6.

Lee YK, Lu H, Oguri M, Powers JM. Changes in gloss after simulated generalized wear of composite resins. *J Prosthet Dent* 2005;94(4):370-6.

Lee YK. Influence on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. *Dent Mater*. 2008;24(9):1243-1247

Lepri CP, Palma-Dibb RG. Surface roughness and color change of a composite: influence of beverages and brushing. *Dent Mater J*. 2012;31(4):689-96.

Lu H, Roeder LB, Lei L, Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *J Esthet Restor Dent* 2005;17(2):102-8; 9.

Luiz BKM, Amboni RDMC, Prates LHM, Bertolino JR, Pires AFTN. Influence of drinks on resin composite: Evaluation of degree of cure and color change parameters. *Polym Test*; 2007;4(26):38-444.

Malhotra N, Shenoy RP, Acharya S, Shenoy R, Mayya S. Effect of three indigenous food stains on resin-based, microhybrid-, and nanocomposites. *J Esthet Restor Dent*. 2011;23(4):250-7.

Marovic D, V. Panduric, Z. Tarle, M. Ristic, K. Sariri, N. Demoli, E. Klaric, B. Jankovic, K. Prskalo, Degree of conversion and microhardness of dental composite resin materials. *J Molec Strut* .2012. Article in Press.

Min JH, Kwon HK, Kim BI. The addition of nano-sized hydroxyapatite to a sports drink to inhibit dental erosion: in vitro study using bovine enamel. *J Dent* 2011;39(9):629-35.

Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc*. 2003;134(10):1382-90.

Miyasaka T. Effect of shape and size of silanated fillers on mechanical properties of experimental photo cure composite resins. *Dent Mater J.* 1996;15(2):98-110.

Nahsan FP, Mondelli RF, Franco EB, Naufel FS, Ueda JK, Schmitt VL, et al. Clinical strategies for esthetic excellence in anterior tooth restorations: understanding color and composite resin selection. *J App Oral Sci.* 2012;20(2):151-6.

Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao CV. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. *J Dent.* 2010;38 Suppl 2:e137-42.

Neves AD, Discacciati JA, Orefice RL, Jansen WC. Correlation between degree of conversion, microhardness and inorganic content in composites. *Braz Oral R.* 2002;16(4):349-54.

O'Brien WJ, Johnston WM, Fanian F, Lambert S. The surface roughness and gloss of composites. *J Dent Res.* 1984;63(5):685-8. Epub 1984/05/01.

Omata Y, Uno S, Nakaoki Y, Tanaka T, Sano H, Yoshida S, et al. Staining of hybrid composites with coffee, oolong tea, or red wine. *Dent Mater J.* 2006;25(1):125-31.

Pires-de-Souza FCP, GLF Roberti, Mohamad HH, Assirati CL. Color stability of composites subjected to accelerated aging after curing using either a halogen or a light emitting diode source. *Braz. Dent. J.* 2007;18(2):119-12.

Rahim TN, Mohamad D, Md Akil H, Ab Rahman I. Water sorption characteristics of restorative dental composites immersed in acidic drinks. *Dent Mater.* 2012;28(6):e63-70

Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dent Mater.* 2003;19(1):12-8.

Ren YF, Feng L, Serban D, Malmstrom HS. Effects of common beverage colorants on color stability of dental composite resins: the utility of a thermocycling stain challenge model in vitro. *J Dent.* 2012;40 Suppl 1:e48-56.

Sabatini C, Campillo M, Aref J. Color stability of ten resin-based restorative materials. *J Esthet Restor Dent*. 2012;24(3):185-99.

Salerno M, Derchi G, Thorat S, Ceseracciu L, Ruffilli R, Barone AC. Surface morphology and mechanical properties of new-generation flowable resin composites for dental restoration. *Dent Mater*. 2011;27(12):1221-8.

Samra AP, Pereira SK, Delgado LC, Borges CP. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Braz Oral R*. 2008;22(3):205-10.

Sarac D, Sarac YS, Kulunk S, Ural C, Kulunk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *J Prosthet Dent*. 2006;96(1):33-40.

Sarkis E. Color change of some aesthetic dental materials: Effect of immersion solutions and finishing of their surfaces. *The Saudi Dental J* 2012;24:85-89.

Schmidt C, Ilie N. The effect of aging on the mechanical properties of nanohybrid composites based on new monomer formulations. *Clin Oral Invest*. 2012.17(1) 251-257.

Senawongse P, Pongprueksa P. Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing. *J Esthet Rest Dent*. 2007;19(5):265-73; 74-5.

Sideridou I, Achilias DS, Spyroudi C, Karabela M. Water sorption characteristics of light-cured dental resins and composites based on Bis-EMA/PCDMA. *Biomater*. 2004;25(2):367-76.

Soares-Geraldo D, Scaramucci T, Steagall-Jr W, Braga SR, Sobral MA. Interaction between staining and degradation of a composite resin in contact with colored foods. *Braz Oral R*. 2011;25(4):369-75.

Stober T, Gilde H, Lenz P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dent Mater*. 2001;17(1):87-94.

Takahashi R, Jin J, Nikaido T, Tagami J, Hickel R, Kunzelmann KH. Surface characterization of current composites after toothbrush abrasion. *Dent Mater*. 2013;32(1):75-82.

Tanoue N, Koishi Y, Yanagida H, Atsuta M, Shimada K, Matsumura H. Color stability of acrylic resin adhesives with different initiation modes. *Dent Mater J* 2004; 23(03): 368-372

Torres CRG, Borges AB, Pucci CR, Barcellos DC, Lima VF, Paradella TC. Analysis of the superficial roughness of different esthetic restoration materials after burnishing with records or abrasive folders. *Braz Dent Sci.* 2009;12(4):46-51

Uchida H, Vaidyanathan J, Viswanadhan T, Vaidyanathan TK. Color stability of dental composites as a function of shade. *J Prosthet Dent.* 1998;79(4):372-7.

Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Inter.* 1991;22(5):377-86.

Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater* 2004;20(6):530-4.

Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent.* 2006;95(2):137-42.

West NX, Hughes JA, Addy M. The effect of pH on the erosion of dentine and enamel by dietary acids in vitro. *J Oral Rehabil.* 2001;28(9):860-4.

Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *J Dent.* 2006;34(3):214-20.

Yalcin F, Gurgan S. Effect of two different bleaching regimens on the gloss of tooth colored restorative materials. *Dent Mater.* 2005;21(5):464-8.

Yannikakis SA, Zissis AJ, Polyzois GL, Caroni C. Color stability of provisional resin restorative materials. *J Prosthet Dent.* 1998;80(5):533-9.

Yu B, Lim HO, Lee HK. Influence of nano- and micro-filler proportions on the optical property stability of experimental dental resin composites. *Mater & Design;* 2010;10(31): 4719-4724

Zero DT, Lussi A. Erosion--chemical and biological factors of importance to the dental practitioner. *Inter Dent J.* 2005;55(4 Suppl 1):285-90.