UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto

**AVALIAÇÃO DA COR E OPACIDADE DE COMPÓSITOS
DIRETOS PROTEGIDOS COM SELANTES DE SUPERFÍCIE
SUBMETIDOS AO ENVELHECIMENTO ARTIFICIAL
ACELERADO**

Fabiano Gamero Aguilar

**Ribeirão Preto
2008**

FABIANO GAMERO AGUILAR

**AVALIAÇÃO DA COR E OPACIDADE DE COMPÓSITOS DIRETOS
PROTEGIDOS COM SELANTES DE SUPERFÍCIE SUBMETIDOS AO
ENVELHECIMENTO ARTIFICIAL ACELERADO**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Ribeirão Preto da
Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Mestre em
Reabilitação Oral.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Fernanda de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza

**Ribeirão Preto
2008**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES
TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO,
PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Aguilar, Fabiano Gamero

Avaliação da cor e opacidade de compósitos diretos protegidos com selantes de superfície submetidos ao envelhecimento artificial acelerado/ Fabiano Gamero Aguilar; orientadora: Profa. Dra. Fernanda de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza. – Ribeirão Preto, 2008.
102f.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração: Reabilitação Oral) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

1. Compósitos. 2. Selantes de superfícies. 3. Estabilidade de cor. 4. Opacidade. 5. Envelhecimento artificial acelerado.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Fabiano Gamero Aguilar

Avaliação da cor e opacidade de
compósitos diretos protegidos com
selantes de superfície submetidos
ao envelhecimento artificial
acelerado

Dissertação apresentada à Faculdade
de Odontologia de Ribeirão Preto da
Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Mestre em
Reabilitação Oral.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof.Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof.Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof.Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Dedicatória

Aos meus queridos pais, **Antônio Gomes e Claudia Helena**. Ninguém melhor do que vocês para saber o quanto este momento é importante para mim e sem dúvida alguma, vocês são os maiores responsáveis para que eu pudesse realizar esse sonho. Pai, você é o maior e o melhor exemplo que um filho poderia

ter de paciência e disponibilidade para ajudar as pessoas. Você me ensinou o valor do trabalho, do sacrifício e da perseverança na conquista de um ideal. Sua integridade moral faz de você um grande homem. Uma referência de honestidade que eu espero poder ensinar para os meus filhos assim como você fez comigo. Mãe, você me mostrou que tudo o que fazemos com amor, boa vontade e dedicação sempre valerá a pena. Que sempre haverá alguém para te oferecer um sorriso, porque você me ensinou a sorrir para todos sempre. Sua alegria de viver e seu amor incondicional por nós me fizeram entender o que é ser mãe. Não poderia esperar nada diferente disso.

OBRIGADO. ... simplesmente

Ao meu eterno amor, **Camila**, companheira inseparável, por fazer felizes todos os meus dias e acreditar que o amanhã será sempre melhor que hoje. A melhor namorada que eu poderia sonhar, companheira sempre, amiga de todas as horas. Que não mede esforços nunca para me ajudar me faz sentir amado todos os dias sempre.

Ao meu irmão **Carlos Eduardo**, que mesmo com alguns desentendimentos no final das contas sempre nos acertamos.

Agradecimento Especial

“A base do sucesso em qualquer atividade está primeiro em se ter uma oportunidade, que geralmente aparece não porque você cria o momento, mas porque alguém chega e abre uma porta.”

AYRTON SENNA DA SILVA

À Professora **Dra. Fernanda de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza**

Minha querida Fernanda. De Mestrado foram dois anos de convivência, porém minha admiração pelo seu trabalho começou bem antes quando na época de graduação no ano de 2003 comecei a trabalhar com você em minha primeira etapa desta caminhada, o trabalho a convivência nos laboratórios e aulas com você me despertou o interesse pelo ensino. Eu sei o quanto deve ser difícil para você dar atenção a todos seus orientados, mas sua sala sempre esteve aberta para nos receber, seja qual fosse a dúvida. Foi muito bom trabalhar com você durante todo esse tempo mais do que trabalhar eu aprendi muito com você. É uma grande satisfação tê-la como minha orientadora...

...dedico a você também esse trabalho...

Agradecimento

Ao Prof.Dr. Osvaldo Luiz Bezzon, atual Diretor da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto e coordenador da pós-graduação, por sua incansável batalha para levar nosso curso de pós-graduação ao nível de excelência que hoje se encontra. Ensinar é seu maior dom. Além de mestre por excelência, homem de caráter irretocável. Muito de minha formação devo à sua generosa colaboração.

Ao Prof.Dr. Vinicius Pedrazzi, pela alegria de ter sido seu orientado no programa PAE. Um amigo que se pode contar a todo o momento, grande colaborador em minha formação sendo um exemplo à ser seguido.

A todos os professores do Departamento de Materiais Dentários e Prótese.

A todos os meus colegas e amigos da turma de mestrado: Patrícia, Toni, Pâmela, Ingrid, Fabrício, Janisse, Jeovan, Laner, Hicham, Humberto, Abílio, Marco, Ana Luiza, Edmilson, Sônia, Natércia e Amanda. Todos, de alguma maneira, contribuíram positivamente para essa conquista.

A todos os alunos dos cursos de pós-graduação da FORP-USP.

Aos funcionários da FORP, especialmente Francisco Lourenço Ferreira Roselino, Edson Volta e Ricardo Antunes.

Às secretárias da pós-graduação Regiane Tirado, Ana Paula Xavier, Izabel Sola e Regiane Sacilotto.

Resumo

A estabilidade de cor é crucial para o sucesso de qualquer tipo de restauração estética, pois a alteração de cor das resinas é o maior motivo para as trocas das restaurações anteriores. O objetivo desse trabalho foi avaliar similaridade de cor, sua estabilidade e opacidade de três compósitos diretos (TPH – Dentsply; Charisma – Heraeus Kulzer; Concept – Vigodent) protegidos com selantes de superfície (Fortify e Biscover – Bisco) e cianoacrilato (Super Bonder – Loctite Henkel). Para cada compósito foram obtidos 40 corpos-de-prova que foram divididos em 4 grupos, segundo o tipo de proteção recebida: Grupo 1 – sem selantes (controle); Grupo 2 - cianoacrilato; Grupo 3 – selante Fortify e Grupo 4 - selante Biscover. Os corpos-de-prova tiveram sua cor e opacidade avaliadas (Espectrofotômetro PCB 6087 BYK GARDNER) sendo, em seguida, submetidos a envelhecimento artificial acelerado (EAA - Sistema C-UV, Comexim) por 384 horas. Após esse período, foram feitas as medidas finais de cor e opacidade. Foram realizadas análises em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV - Jeol JSM 7500 – SII, Sony, Tokyo, Japan) para verificação da modificação superficial dos corpos-de-prova, antes e após envelhecimento. Verificou-se que os compósitos não apresentaram os mesmos valores para as coordenadas L^* , a^* e b^* , antes do EAA. Todos os compósitos, independentes da cobertura de superfície, apresentaram alteração de cor após o EAA considerada clinicamente inaceitável ($\Delta E \geq 3,3$). A alteração na opacidade foi pequena para os grupos protegidos, sendo que os melhores resultados foram conseguidos com o selante Fortify. As superfícies analisadas por MEV protegidas com selantes de superfície apresentaram maior lisura superficial que quando protegidas com cianoacrilato, tanto antes quanto após EAA. Concluiu-se que matizes iguais de compósitos não apresentaram

similaridade de cor entre as marcas comerciais avaliadas. Além disso, selantes de superfície comerciais não foram efetivos na manutenção da cor dos compósitos, entretanto auxiliam na manutenção da opacidade.

Abstract

The color stability is crucial for the success of any type of aesthetic restoration because color alteration of composite resins is the main reason for the replacement of restorations in anterior teeth. The purpose of the study was to evaluate the color similarity, stability and opacity of three direct resin composites (TPH - Dentsply; Charisma - Heraeus Kulzer; Concept - Vigodent) protected with surface sealant (Fortify and Biscover - Bisco) and cyanoacrylate (Super Bonder - Loctite Henkel). Forty specimens were done for each composite and divided into 4 groups (n=10) according to the surface protection: G1 - without sealant; G2 - cianoacrilate; G3 - Fortify and G4 - Biscover. The specimens had their color and opacity evaluated by reflection spectrophotometry (Spectrophotometer PCB 6087 BYK GARDNER) and were sequentially submitted to the accelerated artificial aging (AAA - C-UV System, Comexim) for 384 hours. After this period, final color and opacity measurements were made. Scanning Electron Microscopy (SEM - Jeol JSM 7500 – SII, Sony, Tokyo, Japan) were accomplished to verify the specimens' alteration before and after the artificial aging. It were verified that composites did not present the same values for L*, a* and b* coordinates before AAA. All composites, regardless of the surface coat, presented color alteration after AAA considered clinically unacceptable ($\Delta E > 3.3$). The opacity alteration was small for the protected groups, and the best results were achieved with Fortify sealant. The surfaces analyzed by SEM protected with sealant displayed higher superficial smoothness than those protected with cyanocrylate before and after the AAA. It were concluded that composite resins of the same shade did not present color similarity among the testes products. Besides, surface sealants were not effective in maintaining composite color, but aid to maintain the opacity.

Sumário

INTRODUÇÃO	18
OBJETIVOS	26
MATERIAIS E MÉTODO	28
RESULTADOS	39
DISCUSSÃO	51
CONCLUSÕES	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXO A – TABELAS	74
ANEXO B - ARTIGO EM INGLÊS	81

A estabilidade de cor é crucial para o sucesso de qualquer tipo de restauração estética, pois a alteração de cor das resinas é o maior motivo para troca das restaurações anteriores (KROETZE et al., 1990). É consenso entre os pesquisadores que as restaurações diretas em resina composta convencional sofrem alteração de cor com o passar do tempo (HAYASHI et al., 1974; LEINFELDER et al., 1975; POWERS et al., 1980; AMEYE et al., 1981; HACHIYA et al., 1984; POWERS et al., 1985; RUYTER et al., 1987; POWERS et al., 1988; DIETSCHI et al., 1994).

Três tipos de descoloração de compósitos são geralmente descritos (HORSTED-BINDSLEV, 1988, SOARES et al., 2007): 1) descolorações externas devido ao acúmulo de placa e manchas; 2) alterações na superfície ou sub-superfície implicando em degradação superficial e reação de agentes corantes com a camada de resina composta (adsorção); 3) descolorações intrínsecas devido a reações físico-químicas nas porções profundas da restauração.

Embora não se encontre unanimidade quanto às incidências de falhas que levam à substituição das restaurações de resina composta, alguns autores mostram que a descoloração de corpo, descoloração marginal, microinfiltração marginal, porosidade, além de cáries secundárias e outros (BINDSLEV, 1990; QVIST, 1986; DIJKEN, 1986), representam a maioria das ineficiências dos compósitos, embora outros fatores estejam associados como técnica de emprego das mesmas e correta indicação do material.

Alteração de cor de compósitos é um assunto constante e tem sido estudado intensivamente utilizando envelhecimento artificial acelerado por irradiação UV (UCHIDA et al., 1998; STOBBER et al., 2001), umidade (FRUITS

et al., 1997), ação de água (RUYTER et al., 1987; BURROW, 1991; VICHI et al., 2004), manchamentos *in vitro*, por soluções corantes, como café e chá (KHOKHAR et al., 1991; DIETSCHI et al., 1994) e alguns estudos *in vivo* (SETZ; ENGEL 1997; ROSENTRITT et al., 1998)..

Espectrofotometria e colorimetria, aplicadas em estudos *in vitro* e *in vivo* tornaram possível o estudo dos numerosos parâmetros relacionados com a estabilidade de cor dos compósitos (FERRACANE et al., 1985; ASMUSSEN; HANSEN, 1986; RUYTER et al., 1987; SATOU et al., 1989).

A estrutura dos compósitos e as características das partículas de carga têm um impacto direto na lisura de superfície do compósito (VAN NOORT; DAVIS, 1984; TJAN; CHAN, 1989) e na susceptibilidade de manchamento extrínseco (SHINTANI et al., 1985; HORSTED- BINDSLEV; MJOR, 1988). Os componentes dos materiais resinosos também podem influenciar na descoloração intrínseca. A afinidade do compósito por manchas é modulada por seu grau de conversão (DE GEE et al., 1984) e por suas características químicas. Uma insuficiente proporção de conversão de resina irá contribuir para a absorção de algumas substâncias corantes e a inibição de polimerização pelo oxigênio da superfície da restauração e porosidades periféricas pode induzir descolorações do compósito (RUEGGEBERG, MARGESON, 1990). Os aditivos químicos dos compósitos, especialmente aqueles que não sofrem reação, como iniciadores, aceleradores e filtros ultravioletas, podem também degradar os componentes de cor (ASMUSSEN, 1983).

A presença de duplas ligações carbônicas não convertidas torna o material mais susceptível a reações de degradação (FERRACANE, 2006),

resultando em redução da estabilidade de cor (CARMICHAEL et al., 1997; NIE ET AL., 1998) e na liberação de subprodutos como formaldeído e ácido metacrílico (IMAZATO et al., 1995; ØYSEAED et al., 1998; YAP ET AL., 2000). Além disso, um insuficiente grau de conversão contribui para a absorção de substâncias corantes induzindo à descoloração do compósito (HANSEL et al., 1998) .

A proporção de água tem particular importância (DOUGLAS; CRAIG, 1982; SATOU et al., 1989; KHOKHAR et al., 1991). Tem sido observado que materiais com altos valores de sorção de água são mais facilmente manchados por corantes hidrofílicos em soluções aquosas.

Além da composição dos materiais, o acabamento e polimento também podem influenciar a qualidade de superfície da resina, e pode ser relacionado com o manchamento precoce da restauração (HACHIYA et al., 1984; SHINTANI et al., 1985; SANTERRE et al., 2001; Ferracane, 2006).

A cor intrínseca dos compósitos pode ser alterada como resultado do envelhecimento do compósito sob várias condições físico-químicas como a luz visível e irradiação UV, alterações de temperatura e umidade (FERRACANE et al., 1985; POWERS et al., 1985). Entretanto, as microfraturas / microcavidades parecem ser o caminho de preferência para a penetração de manchas (MAIR, 1989 a; 1989 b; 1991).

Uchida et al. (1998) realizaram estudo para a caracterização das alterações de cor dos compósitos em função do matiz de resinas compostas através dos efeitos do meio ambiente, como a exposição à luz ultravioleta. Foram selecionados cinco matizes, de dois compósitos diferentes, para confecção de cinco corpos-de-prova de 20 mm de diâmetro e 1 mm de

espessura para cada resina. As amostras foram submetidas à exposição à luz ultravioleta a 37°C por 24 horas após terem sido armazenadas por 24 horas em água destilada a 37°C. Os valores de luminosidade e croma foram mensurados antes e após a exposição à luz ultravioleta com um Cromatógrafo Minolta. A alteração total de cor, bem como as alterações nos valores de luminosidade e croma, foram mensuradas na escala CIE L* a* b* e analisadas para controlar a alteração de cor. Os autores observaram que a degradação de cor foi significativa em função do matiz e ocorreu primariamente como um aumento no amarelamento. Alterações de cor aumentaram em função da luminosidade do matiz em ambos os sistemas compósitos. Os matizes mais claros de compósitos foram sujeitos a maior degradação de cor quando submetidos aos efeitos do meio ambiente como a exposição à luz ultravioleta.

Schulze et al. (2003) investigaram a estabilidade de cor e dureza de superfície de cinco compósitos diretos quimicamente ativados e cinco compósitos fotopolimerizáveis e puderam observar que os compósitos fotopolimerizáveis apresentaram maior resistência à descoloração que as resinas quimicamente ativadas. Verificaram também, que não houve correlação entre dureza superficial e alteração de cor dos compósitos, rejeitando a hipótese inicial de que quanto maior a dureza do material resinoso, maior seria a estabilidade de cor.

Vichi et al. (2004) avaliaram a influência da exposição à água na estabilidade de cor de três compósitos estruturalmente diferentes e opacidade, calculada pela proporção de reflexão de luz do corpo-de-prova quando o fundo padrão era preto e quando era branco. Os autores observaram que um dos três materiais envolvidos no estudo (TPH) mostrou alteração de cor inaceitável para

todos os matizes ($\Delta E > 3,3$) após o experimento. A diferença de estabilidade de cor entre os produtos foi significativa, explicado pelos autores em função da natureza do matiz e da dimensão das partículas de carga. Com referência à opacidade, os resultados mostraram que também é influenciada pela água.

A cor de fundo pode influenciar a aparência da amostra tornando-a mais escura ou mais clara (ANUSAVICE; ZHANG; MOORHEAD, 1994; GROH; O'BRIEN; BOENKE, 1992; O'BRIEN; GRIH; BOENK, 1990). A opacidade é definida e mensurada como a proporção de refletância das amostras quando utilizado um fundo padrão preto e um fundo padrão branco. É o resultado do espalhamento da luz refletida muitas vezes ao atravessar o material e sua magnitude depende da diferença de índice de refração dos componentes do material e do número e tamanho das partículas dispersas (GOVEIA, 2004).

A opacidade é uma propriedade importante para os materiais restauradores estéticos. Em caso de ausência de estrutura dentária na parede lingual do dente a ser restaurado como, por exemplo, em cavidades extensas classe III ou classe IV, a translucidez do material pode resultar em falha estética. Mais especificamente, pode ocorrer o acinzentamento do material restaurador quando comparado às estruturas dentárias adjacentes, causado pela escuridão da cavidade bucal (IKEDA, MURATA, SANO, 2004). Neste caso clínico, um matiz opaco de resina composta pode ser utilizado, resultado em uma melhora estética (POWERS, YEH, MIYAGAWA, 1983; KAWAGUCHI, FUKUSHIMA, MIYAZAKI, 1994).

Inokoshi *et al.* (1996) estudaram a opacidade intrínseca e a alteração de cor de sete compósitos fotopolimerizados (matiz A2 ou U) utilizando colorímetro fotoelétrico (CD-270, Murakami Color Research Laboratory, Tokyo,

Japan) e o sistema tridimensional CIE L^* a^* b^* . Os compósitos fotopolimerizados mostraram desprezível descoloração após 4 semanas, onde tal alteração cromática era dificilmente detectada por inspeção visual. A alteração da cor de todos os materiais resultou em uma diminuição de L^* , um pequeno aumento de a^* e um moderado aumento de b^* , indicando a tendência para a descoloração para o amarelo escuro ou marrom escuro. Em relação à opacidade, os compósitos fotopolimerizados mostraram desprezível alteração da opacidade após 4 semanas.

Vichi et al. (2004) avaliaram a cor e opacidade de três compósitos após envelhecimento por água, as leituras de cor e opacidade foram realizadas com uma espectrofotômetro (PSD1000, Ocean Optics, FL, USA) e o sistemas de coordenadas CIE L^* a^* b^* . Todos os materiais mostraram certo grau de descoloração após o envelhecimento. Quanto à opacidade todos os materiais testados tiveram um aumento na opacidade, com exceção do compósito Tetric Ceram B3 que teve uma redução de opacidade.

Segundo o fabricante, os materiais Fortify e Biscover (BISCO, Shamburg, IL, USA) são selantes de superfície que têm como objetivo vedar microporosidades e irregularidades da superfície do compósito que podem contribuir para o desgaste da restauração durante os seis primeiros meses; uma superfície selada com esses materiais é resistente ao desgaste, e sua integridade marginal em longo prazo é melhorada drasticamente. O cianoacrilato é um produto muito versátil, com aplicações em Odontologia (AGUILAR et al, 2007; LOPES-SILVA, 2003; HARRIS, 2004; BISHARA, 2005; TOMLINSON, 2007, OZTOPRAK, 2007; CACCIAFESTA, 2007; LEAVITT, 2007; KULKARNI, 2007). Trata-se de um material biocompatível, de fácil

manuseio e dada a viscosidade que ele apresenta, poderia ser utilizado para o mesmo fim que os selantes de superfície.

Baseando-se no fato de que a estética é um fator extremamente importante, e que muitos compósitos sofrem alteração de cor que leva à necessidade de troca da restauração, esse trabalho se propôs a avaliar a estabilidade de cor e opacidade, após o envelhecimento artificial acelerado (EAA), de compósitos diretos protegidos com selantes de superfície e cianoacrilato. A hipótese testada foi que compósitos protegidos por selantes de superfície e cianoacrilato apresentariam menor alteração de cor e de opacidade que materiais não protegidos após EAA.

Objetivos

O presente estudo teve como objetivo avaliar *in vitro*:

1. A similaridade de cor de diferentes marcas comerciais de compósitos diretos de mesmo matiz, antes do EAA;
2. A alteração de cor e de opacidade de compósitos diretos protegidos com selantes de superfície e cianoacrilato após serem submetidos ao processo de EAA.
3. Comparar, por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura, a superfície dos compósitos diretos antes e após o EAA.

Materiais e Método

Foram utilizados três compósitos diretos atualmente empregados para restaurações estéticas de dentes anteriores e posteriores além de dois selantes de superfície e um adesivo a base de cianoacrilato, listados na tabela 1.

Tabela 1 Materiais utilizados.

Material	Fabricante	Tamanho médio de partículas	Composição	Nº Lote
TPH SPECTRUM	DENTSPLY (Petrópolis – RJ – Brasil)	0,8um – 79% de carga em peso	Bis-GMA, boro silicato de alumínio e bário silanizado, sílica pirolítica silanizada, canforoquinona, EDAB, hidroxitolueno butilado, corantes e minerais.	330568
CONCEPT ADVANCED	VIGODENT (Rio de Janeiro – RJ – Brasil)	0,4um – 77,5% de carga em peso	Bis-GMA, UDMA, éster do ácido metacrílico, silicato de bário e alumínio.	003/06
CHARISMA	HERAEUS KULZER (Gruner Weg, Hanal, Alemanha)	0,7um – 61% de carga em peso	Bis-GMA, TEGDMA, vidro bário fluoretado, dióxido de silício.	010204
BISCOVER	BISCO Inc (Shamburg, IL, USA)	---	20-50% Bis-EMA, 20-40% éster uretano acrilato, 20-40% polietilenoglicol	0400008665
FORTIFY	BISCO Inc (Shamburg, IL, USA)	---	Sílica amorfa, Bis-EMA (10-40%), UDMA (20-50%)	0500009569
SUPERBONDER	HENKEL Ltda. (Itapevi, SP, Brasil)	---	Éster de cianoacrilato.	711598

Bis-GMA – Bisfenol A glicidilmetacrilato; EDAB – Etil 4-N,N-dimetilaminobenzoato; UDMA – Uretano dimetacrilato; TEGDMA – Trietilenoglicol dimetacrilato; Bis-EMA – Bisfenol A etoxilado dimetacrilato.

Para a obtenção dos corpos-de-prova foi confeccionada uma matriz em teflon com interior perfeitamente liso, formada por duas partes encaixadas: uma

porção externa e outra interna na forma de êmbolo, com 14 mm de diâmetro (Figura 1). Acompanhando a matriz havia um espaçador de 2 mm de espessura que era encaixado no êmbolo entre as duas porções da matriz, de forma que a parte externa da matriz ficasse 2 mm mais alta que a interna, proporcionando a espessura adequada do corpo-de-prova (Figura 2).

Figura 1 - Partes da matriz de teflon

Figura 2 - Matriz de teflon montada

Os corpos-de-prova foram obtidos sob as mesmas condições de temperatura, iluminação e umidade relativa do ar, a partir da colocação do material no interior da matriz, segundo a técnica incremental (dois incrementos), sendo que, após a colocação do último incremento, uma lamínula de vidro pressionava o material de encontro à matriz para que houvesse o escoamento do excesso de material resinoso (Figuras 3 e 4). Em seguida, os corpos-de-prova foram fotoativados segundo as recomendações dos fabricantes, utilizando um fotopolimerizador de lâmpada halógena (Ultralux Eletronic, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil, 400/500nm, 350/500mW/cm²), aferido periodicamente com auxílio de um radiômetro digital (Newdent, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

Figura 3 - Inserção da primeira porção do compósito

Figura 4 - Detalhe do incremento final pressionado pela lâmina de vidro.

Após a polimerização, os corpos-de-prova foram removidos da matriz removendo o espaçador que lhe proporcionava a altura, empurrando a base que tem a forma de um êmbolo. Em seguida, os corpos-de-prova receberam polimento em politriz manual utilizando lixas d'água de granulação decrescente (400, 600 e 1000), sob refrigeração com a finalidade de impedir a ocorrência de superaquecimento e conseqüente alteração de superfície. Após o polimento, a espessura dos corpos-de-prova foi auferida através de um paquímetro digital (Digimess Instrumentos de Medição de Precisão, São Paulo, SP, Brasil – Figuras 5 e 6).

Figura 5- Paquímetro demonstrando o diâmetro de 14 mm dos corpos-de-prova.

Figura 6- Paquímetro demonstrando a espessura de 2 mm dos corpos-de-prova.

Para cada compósito foram obtidos 40 corpos-de-prova, totalizando 120 amostras. Estas amostras foram divididas em 4 grupos de 10 espécimes, segundo o tipo de proteção superficial recebido (Tabela 2).

Tabela 2 Grupos avaliados de acordo com a proteção superficial.

GRUPO	PROTEÇÃO SUPERFICIAL
CONTROLE	Sem proteção superficial
GRUPO Fortify	Fortify
GRUPO Biscover	Biscover
GRUPO Cianoacrilato	Cianoacrilato

Os selantes de superfície foram aplicados segundo as orientações do fabricante. Em se tratando do material Biscover, após o polimento, foi realizado o condicionamento ácido por 15 segundos, seguido de lavagem e secagem da superfície. Em seguida, com um pincel, foi feita a aplicação de uma fina camada do material e a fotoativação pela fonte de luz halógena (Ultralux – 15 segundos). Para o material Fortify, seguiram-se as mesmas etapas descritas acima, alterando-se somente o tempo de fotoativação, que foi de 10 segundos, de acordo com a recomendação do fabricante.

Quando utilizado o cianoacrilato, após o polimento, o corpo-de-prova foi submetido ao condicionamento ácido (ácido fosfórico 37% por 15 segundos), lavagem e secagem com ar comprimido. A aplicação foi feita com pincel após a qual se aguardou o tempo de secagem (aproximadamente 5 minutos).

Todos os corpos-de-prova foram codificados e armazenados em recipientes isolados e mantidos na ausência de luz até que fosse realizada a leitura de cor inicial.

1. Análise da cor

Após a obtenção das amostras, estas foram submetidas à primeira leitura da cor (Espectrofotômetro Portátil Modelo Color Guide 45/0 BYK GARDNER, Geretsried, Alemanha – Figura 7) sendo colocadas sobre o bloco de fundo padrão branco (Standart for 45°, 0° Reflectance and Color Gardner Laboratory Inc. Bethesda, Maryland 20014.).

O padrão de observação simulado pelo colorímetro Espectrofotométrico segue o sistema CIE $L^* a^* b^*$, recomendado pela CIE (Comission Internationale de l'Éclairage) e amplamente usado atualmente (Figura 8). Este consiste de dois eixos a^* e b^* , que possuem ângulos retos e representam a dimensão da tonalidade ou cor. O terceiro eixo é o brilho L^* , este é perpendicular ao plano $a^* b^*$. Com esse sistema qualquer cor pode ser especificada com as coordenadas L^*, a^*, b^* .

Figura 7- Espectrofotômetro Portátil Modelo Color Guide.

Figura 8- Sistema de coordenadas de cores CIE L^* a^* b^* .

Para a leitura da cor, os corpos-de-prova foram acoplados sob o Espectrofotômetro e após o acionamento, 30 lâmpadas LED, com 10 cores diferentes, dispostas de forma circular, incidiam o feixe de luz em 45° com a superfície do material. Esse feixe é refletido em 0° de volta para o aparelho e assim, este capta e registra os valores de L^* , a^* e b^* de cada amostra.

2. Análise da Similaridade de Cor

Todos os compósitos selecionados para o estudo foram da cor A2. Sendo assim, após a obtenção das amostras, foram realizadas as primeiras leituras de cor e a avaliação da similaridade de cor entre os compósitos foi feita pela comparação das coordenadas L^* , a^* e b^* de cada corpo-de-prova do grupo controle, antes do EAA.

3. Análise de opacidade

Para a avaliação da opacidade, os corpos-de-prova foram submetidos às leituras de cor utilizando o espectrofotômetro colorimétrico, sobre padrão branco e padrão preto (Figura 9) sendo que somente a coordenada L^* foi considerada.

Figura 9 - Fundo padrão branco e padrão preto utilizados para a análise da opacidade

Com os corpos-de-prova confeccionados foi realizada a primeira leitura da opacidade em cada corpo-de-prova, sendo que em cada corpo-de-prova foram realizadas duas leituras, uma sobre o fundo preto e uma sobre o fundo branco.

Apenas a coordenada L^* era considerada, pois era a de interesse para avaliação da opacidade dos materiais. Quando a amostra foi submetida à leitura sobre fundo preto, obteve-se L^*_p . Quando a leitura foi efetuada sobre fundo branco obteve-se L^*_b . A opacidade foi calculada pela fórmula (KIM, 2007; GOVEIA, 2004):

$$\text{Opacidade} = L^*_p / L^*_b$$

4. Envelhecimento Artificial Acelerado (EAA)

O sistema de envelhecimento acelerado simula forças da natureza predizendo a durabilidade relativa dos materiais expostos às intempéries. A chuva e a neblina são simuladas por processo de condensação de água destilada saturada e oxigênio auto gerado pelo sistema. Os efeitos da luz do sol, onde apenas 1% da radiação provoca degradação, são simuladas por uma rede de oito fontes de luz UV-B composta por tubos fluorescentes de 40 watts com emissão concentrada na região ultravioleta B, com radiação concentrada em 280/32nm como na natureza. A temperatura de exposição é automaticamente controlada de acordo com os programas estabelecidos para ciclos UV/condensação.

Para a utilização do sistema de envelhecimento acelerado para não metálicos C-UV (Comexim Matérias Primas Ltda, São Paulo, Brasil) (Figura 10), seguiu-se a norma ASTM-G-53. Os corpos-de-prova foram aderidos às placas fixadoras do aparelho (Figura 11) utilizando-se silicone indicado para tal função, e levados à câmara de condensação frente à fonte de luz UV (Figura 12), numa distância de 50mm desta.

O programa de funcionamento foi de 4 horas de exposição à UV-B a 50°C e 4 horas de condensação de água saturada de ar a 50°C e o tempo máximo de envelhecimento de 384 horas.

Figura 10 - Sistema de Envelhecimento Artificial Acelerado

Figura 11 - Corpos-de-prova aderidos às placas fixadoras.

Figura 12 - Lâmpadas do Sistema de Envelhecimento.

Após o envelhecimento, os corpos-de-prova foram novamente submetidos ao processo de leitura de cor com o espectrofotômetro e novas coordenadas L^* , a^* e b^* de cada amostra foram obtidas para que pudesse ser calculada a alteração de cor (ΔE) das amostras pela fórmula (VICHl et al., 2004):

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

ΔL^* = valor da coordenada L^* do fundo padrão branco após o EAA menos o valor da coordenada L^* do fundo padrão branco antes do EAA.

Δa^* = valor da coordenada a^* do fundo padrão branco após o EAA menos o valor da coordenada a^* do fundo padrão branco antes do EAA.

Δb^* = valor da coordenada b^* do fundo padrão branco após o EAA menos o valor da coordenada b^* do fundo padrão branco antes do EAA.

Valores de $\Delta E \geq 3,3$ são considerados clinicamente inaceitáveis (RUYTER et al., 1987).

O mesmo ocorreu com a opacidade, ou seja, após o EAA foram realizadas novas leituras da coordenada L^* sobre o fundo branco e o fundo preto. A partir das medidas iniciais e após EAA foi possível calcular a diferença de opacidade ocorrida.

5. Microscopia Eletrônica de Varredura

Após a confecção dos corpos-de-prova e realização da proteção de superfície proposta em cada grupo, um corpo-de-prova de cada compósito em cada grupo foi submetido à avaliação de superfície pelo Microscópio Eletrônico de Varredura (Jeol JSM 7500 – SII, Sony, Tokyo, Japan). As amostras foram montadas em stubs de alumínio e cobertas com ouro (300Å a 500Å) em metalizador (Denton Vacuum, mod. Desk 11, Moorestown, NJ, EUA). Em áreas representativas das amostras foram tomadas fotomicrografias (15KV) com aumento de 1500 vezes. A análise das superfícies foi realizada antes e após o EAA.

Resultados

1. Quanto à similaridade de cor

Os valores correspondentes às coordenadas L^* , a^* e b^* de cada corpo-de-prova do Grupo Controle dos compósitos estudados obtidos antes da realização do EAA, podem ser vistos na Tabela I (Anexos). Estes valores foram submetidos à análise estatística (1-way ANOVA, teste de Tukey, nível de significância de 95%). A comparação dos valores médios e desvios-padrão para avaliação da similaridade de cor entre os compósitos testados podem ser vistos na tabela 3.

Tabela 3 Médias (desvio-padrão) de L^* , a^* e b^* antes do envelhecimento (1-way ANOVA, Tukey, $P<0.05$).

	TPH	Concept	Charisma
L^*	67,11 (1,31) ^a	70,2(0,68) ^b	68,53 (0,91) ^c
a^*	6,42 (0,39) ^a	3,87 (0,18) ^b	4,15 (0,50) ^b
b^*	14,7 (0,64) ^a	16,61 (0,36) ^b	14,7 (1,12) ^a

Letra minúscula diferente na linha indica resultados estatisticamente significantes ($p<0.05$).

Para o valor L^* , que representa a luminosidade do objeto, observou-se que todos os compósitos apresentaram valores diferentes estatisticamente significantes entre si ($p<0,05$), sendo que o compósito Concept apresentou o maior valor de L^* ($L^*=70,2$), com maior luminosidade. Para a coordenada a^* (variação entre verde – vermelho) verificou-se que o compósito TPH apresentou a maior média, resultado estatisticamente diferente dos demais compósitos ($p<0,05$), que apresentaram valores estatisticamente semelhantes entre si ($p>0,05$). Para a coordenada b^* (variação entre azul – amarelo), a maior média ocorreu para o compósito Concept, resultado diferente estatisticamente ($p<0,05$) dos outros dois materiais testados caracterizando-se

por apresentar uma cor mais amarelada. Os outros compósitos apresentaram comportamento semelhante entre si ($p>0,05$) (Tabela 3).

A análise dos dados nos permite verificar que nenhum dos compósitos pode ser considerado exatamente coincidente em todas as coordenadas, porém identificamos algumas semelhanças em coordenadas, como no caso dos compósitos TPH e Charisma que não apresentaram resultados estatisticamente diferentes quanto à coordenada b^* ($p>.05$). Além disso, o compósito Concept divergiu dos demais compósitos em todas as coordenadas, com exceção da coordenada a^* do compósito Charisma ($p>.05$).

2. Quanto à estabilidade de cor

Os valores das coordenadas L^* , a^* e b^* antes e depois do EAA, bem como suas variações, além do ΔE , podem ser vistos nas Tabelas I a IV (Anexos). Os valores obtidos foram submetidos à análise estatística 2-way ANOVA – fatores de variação Material e Proteção, teste de Bonferroni, com nível de significância de 95%) e a comparação das médias de ΔE pode ser vista na Tabela 4 e Figura 13.

Tabela 4 Análise das médias (desvio-padrão) de Delta E (2-way ANOVA – Bonferroni).

	Controle	Fortify	Biscover	Cianoacrilato
TPH	4,93 (1,71) ^{a, A}	7,96 (0,84) ^{b, A}	11,45 (0,94) ^{c, A}	8,33 (2,88) ^{b, A}
Concept	10,21 (1,98) ^{a, B}	8,02 (0,72) ^{b, A}	12,99 (0,82) ^{c, A}	5,85 (3,98) ^{d, B}
Charisma	8,23 (2,31) ^{a, B}	7,90 (0,69) ^{a, A}	11,56 (0,75) ^{b, A}	3,35 (1,47) ^{c, C}

Letras diferentes, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, indicam resultados estatisticamente significantes ($p<.05$)

Figura 13 – Representação gráfica da alteração de cor dos compósitos, segundo análise de ΔE

Todos os compósitos analisados apresentaram alteração de cor após o EAA, podendo ser considerada clinicamente inaceitável ($\Delta E > 3,3$). Independente do compósito analisado, os maiores valores de ΔE foram encontrados quando o selamento superficial foi realizado com o material Biscover. Dentre os materiais testados, o compósito que apresentou a maior alteração de ΔE foi o Concept.

Comparando o comportamento dos compósitos em relação ao grupo Controle, verificou-se que todos os grupos protegidos apresentaram valores médios de ΔE com diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$). Para o compósito TPH verificou-se que os materiais com a superfície protegida apresentaram valores muito diferentes do grupo controle, sendo que a menor alteração de cor foi verificada no grupo controle ($\Delta E = 4,93$), ou seja, nos materiais que ficaram sem cobertura superficial, e a maior alteração de cor foi encontrada nos compósitos cobertos com o selante Biscover ($\Delta E = 11,45$). A alteração de cor nos compósitos selados com Cianoacrilato e Fortify foi

semelhante não apresentando diferenças estatisticamente significantes ($p>0,05$).

Comparando o comportamento do compósito Concept nos diferentes grupos, observou-se que este compósito apresentou a maior variação de cor em todos os grupos em relação aos demais compósitos, com exceção do grupo protegido com cianoacrilato. Além disso, entre todos os grupos houve diferenças estatisticamente significantes ($p<0,05$).

Ao avaliarmos o comportamento do compósito Charisma nos diferentes grupos, observou-se que as amostras seladas com Fortify apresentaram comportamento semelhante às amostras do grupo Controle ($p>0,05$). O mesmo não foi verificado nos demais grupos onde ocorreram diferenças estatisticamente significantes ($p<0,05$). Foi evidenciado que os compósitos protegidos com o material Cianoacrilato foram os que apresentaram a menor alteração de cor ($\Delta E=3,35$).

Para os compósitos que fazem parte do grupo Cianoacrilato observou-se que os diferentes compósitos avaliados se comportaram de maneira heterogênea evidenciando-se diferenças estatisticamente significantes ($p<0,05$) entre os três compósitos avaliados. Já para os compósitos selados com materiais indicados para tal uso (grupos Fortify e Biscover), verificou-se que os diferentes compósitos comportaram-se de maneira semelhante, não apresentando diferenças estatisticamente significantes entre si ($p>0,05$).

3. Quanto à opacidade dos compósitos

Os valores referentes ao eixo L* de todos os compósitos estudados, no fundo padrão branco e preto, antes e após o envelhecimento artificial, encontram-se nas Tabelas V e VI (Anexos).

A opacidade foi verificada antes (opacidade inicial – OI) e após o EAA (opacidade final – OF). Após a obtenção das médias, estas foram analisadas estatisticamente (2-way ANOVA – teste de Bonferroni – nível de significância em $p<0.05$) e as suas comparações podem ser vistas nas tabelas 5 e 6.

Tabela 5 Análise das médias (desvio-padrão) de opacidade de compósitos antes do envelhecimento (OI).

	Controle	Fortify	Biscover	Cianoacrilato
TPH	93,7 (0,82) ^{a,A}	93,0 (1,1) ^{a, A}	93,4 (0,96) ^{a,A}	93,6 (0,72) ^{a, A}
Concept	91,9 (0,34) ^{a,B}	91,3 (0,46) ^{a, B}	92,0 (0,80) ^{a,B}	91,2 (0,78) ^{a, B}
Charisma	90,5 (0,70) ^{a,C}	89,4(0,67) ^{b, C}	90,1 (0,54) ^{a, b,C}	90,0 (0,97) ^{a, b,C}

Letras diferentes, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, indicam resultados estatisticamente significantes ($p<0.05$)

Tabela 6 Análise das médias (desvio-padrão) da opacidade de compósitos após do envelhecimento (OF).

	Controle	Biscover	Fortify	Cianoacrilato
TPH	94,72 (1,08) ^{a,A}	93,79 (1,06) ^{ab,A}	93,20 (1,02) ^{b,AC}	93,55 (0,74) ^{ab,A}
Concept	95,91 (0,52) ^{a,A}	93,63 (0,74) ^{b,A}	91,51 (0,41) ^{c,B}	93,29 (1,35) ^{b,A}
Charisma	94,67 (1,56) ^{a,A}	92,20 (1,14) ^{b,B}	90,04 (2,36) ^{c,C}	91,09 (1,03) ^{b,c,B}

Letras diferentes, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, indicam resultados estatisticamente significantes ($p<0.05$)

Comparando a opacidade inicial dos compósitos nos diferentes grupos verificou-se que, para os compósitos TPH e Concept, não houve diferenças estatisticamente significantes ($p>0,05$) entre os grupos com diferentes coberturas de superfície. Para o compósito Charisma verificou-se que as amostras protegidas com Fortify apresentaram a menor opacidade, com valor médio estatisticamente diferente do Grupo Controle. Com relação aos demais

grupos e estes entre si não houve resultados estatisticamente significantes ($p>0,05$).

Quando comparamos os compósitos dentro de um mesmo grupo, observou-se que, em todos os grupos, os maiores valores médios de opacidade foram encontrados para o compósito TPH seguido pelo Concept e a menor opacidade foi apresentada pelo Charisma, sendo todos os valores estatisticamente significantes ($p<0,05$), em todos os grupos.

Quando avaliados os valores de opacidade final dos compósitos (após o EAA), primeiramente notou-se um aumento dos valores de opacidade em todos os compósitos em todos os grupos, com exceção do grupo TPH com cobertura de cianoacrilato em que os valores de opacidade se mantiveram praticamente iguais. O compósito TPH protegido por Fortify apresentou valores médios de opacidade diferentes estatisticamente em relação ao Grupo Controle ($p<0,05$), porém semelhantes em relação aos demais grupos. O compósito Concept apresentou um grande aumento de opacidade para o Grupo Controle, resultado estatisticamente significativo em relação aos demais grupos ($p<0,05$). Este compósito protegido por Cianoacrilato e Biscover apresentou resultados semelhantes e a menor opacidade ocorreu para o Grupo Fortify, resultados diferentes em relação aos demais grupos.

Para o compósito Charisma, mais uma vez a amostra protegida por Fortify apresentou menor opacidade em relação aos demais grupos, resultado estatisticamente diferente dos grupos Controle e Biscover ($p<0,05$) e semelhante ao grupo Cianoacrilato ($p>0,05$). A maior alteração ocorreu para o Grupo Controle, resultado estatisticamente diferente em relação aos demais

grupos ($p<0,05$). O grupo Cianoacrilato apresentou resultados intermediários, sendo semelhante também ao Grupo Biscover ($p>0,05$).

Para evidenciarmos a alteração de opacidade, ou seja, a diferença de opacidade ocorrida após o envelhecimento foi calculada a porcentagem da alteração, o que pode ser visto na Tabela 7.

Tabela 7 Médias da alteração de opacidade (em %) dos compósitos após do envelhecimento.

	Controle	Fortify	Biscover	Cianoacrilato
TPH	1,10	0,18	0,47	-0,04
Concept	4,39	0,25	1,72	2,25
Charisma	4,55	0,66	2,36	1,16

De acordo com a Tabela 7 observa-se que os grupos com selamento superficial apresentaram valores muito diferentes quando comparados aos grupos controle em todos os compósitos analisados, ou seja, o grupo Controle apresentou as maiores taxas de aumento em todos os compósitos. Pode-se observar que o compósito TPH apresentou as menores alterações de opacidade dentre os compósitos estudados. Além disso, com o Cianoacrilato, a opacidade permaneceu praticamente a mesma após o EAA. O selante superfície Fortify mostrou porcentagens muito baixas de alteração de opacidade após o EAA para todos os compósitos, sendo as menores taxas de alteração para os compósitos TPH (0,18) e Concept (0,25). Em seguida, as menores taxas de alteração ocorreram para o compósito TPH protegido com Biscover (0,47) e Charisma protegida com Fortify. A proteção com o Cianoacrilato e Biscover dos compósitos Concept e Charisma proporcionou alteração de opacidade intermediária em relação aos demais grupos.

4. Microscopia Eletrônica de Varredura

As imagens microscópicas obtidas com aumento de 1500 vezes, antes e após o envelhecimento podem ser vistas nas Figuras 14 a 19.

Através da análise das imagens pode-se verificar que, para o compósito TPH, antes e após o envelhecimento, os grupos com selamento de superfície se apresentaram muito diferentes quando comparado ao grupo Controle, apresentando uma maior regularidade de superfície, sendo mais regular para o Grupo Biscover. Comparando as imagens em um mesmo Grupo, verificamos que o EAA produziu um aumento das irregularidades na superfície das amostras, em todos os grupos estudados. Para as demais resinas estudadas, verificou-se um comportamento muito semelhante quanto à ação dos selantes e do envelhecimento, com exceção para o Grupo Controle em que, aparentemente, houve uma maior lisura da superfície após o EAA.

Resina TPH

Controle

Fortify

Biscover

Cianoacrilato

Figura 14 - Imagens (MEV) do compósito TPH antes do envelhecimento.

Controle

Fortify

Biscover

Cianoacrilato

Figura 15 - Imagens (MEV) do compósito TPH após envelhecimento.

Resina Concept

Controle

Fortify

Biscover

Cianoacrilato

Figura 16 - Imagens (MEV) do compósito Concept antes do envelhecimento.

Controle

Fortify

Biscover

Cianoacrilato

Figura 17 - Imagens (MEV) do compósito Concept após envelhecimento.

Resina Charisma

Controle

Fortify

Biscover

Cianoacrilato

Figura 18 - Imagens (MEV) do compósito Charisma antes do envelhecimento.

Controle

Fortify

Biscover

Cianoacrilato

Figura 19 - Imagens (MEV) do compósito Charisma após envelhecimento.

O presente trabalho partiu da hipótese que compósitos protegidos por selantes de superfície apresentariam menor alteração de cor e opacidade ao longo do tempo, ou seja, após EAA. Além disso, esperava-se que o Cianoacrilato apresentasse comportamento semelhante aos selantes de superfície comerciais, o que seria uma alternativa rápida e de custo baixo para o clínico, na prática diária.

Os três compósitos selecionados nesse estudo foram escolhidos por serem materiais indicados para restaurações de dentes posteriores e anteriores, utilizados rotineiramente na clínica odontológica, sendo um dos compósitos híbrido (Charisma) e dois microhíbridos, com tamanhos de partículas diferentes. Essas características determinam propriedades diferentes dos compósitos, apesar da mesma indicação dada pelos fabricantes. Sendo assim, esperava-se, como resultado, comportamentos diferentes em relação às propriedades estudadas.

Em tempos onde a estética é primordial, a demanda de materiais com boa estabilidade de cor está aumentando (DAVIS, 1995; HOSOYA, 1999). O sucesso de uma restauração em resina composta depende de sua estabilidade de cor, principalmente em restaurações estéticas anteriores, onde a alteração de cor da restauração é a principal causa para sua substituição (VAN DIJKEN, 1986). Muitas causas para a descoloração são citadas. A alteração de cor pode ocorrer devido a uma descoloração externa/exógena, que pode ser o resultado do acúmulo de placa (SCHULZE, 2003); outros fatores são relacionados à dieta ou ao hábito do fumo (DIETSCHI, 1994; DORAY, 1997; LEE, 2007; Soares, 2007), manchamento resultante de uma falha no polimento da restauração resultando numa

superfície mais rugosa, mais susceptível ao manchamento, assim como por uma degradação química (SCHULZE, 2003).

A descoloração dos compósitos também pode ser resultado de fatores endógenos como composição da matriz resinosa (BUCHALLA, 2002), quantidade e tipo de partículas de carga (BUCHALLA, 2002, AMEYE, 1981), tipo de polimerização, tempo de polimerização e tipo do fotoiniciador (SCHULZE, 2003; JANDA, 2005; PIRES-DE-SOUZA et al, 2007).

O material odontológico, quando em uso, é submetido a condições clínicas rigorosas, com alteração de pH, de fluxo salivar, de temperatura. Para simular essas condições, às quais as restaurações em resina composta são expostas na cavidade oral, a literatura mostra a existência de diferentes métodos para verificação do comportamento desses materiais em longo prazo que simulam o seu envelhecimento. Dentre esses, destacam-se os métodos de imersão em soluções como água, chás, vinho, enxaguatórios bucais, dentre outras (VICHÍ, 2004, LEE, 2007); ciclos de imersão em água em diferentes temperaturas alternadas com irradiação de luz (SARAFIANOU, 2007); e outro método de envelhecimento artificial através da exposição à luz alternando-se com exposições a um ambiente com alta umidade (PARAVINA, 2004; SCHULZE, 2003; POWERS, 1980; PIRES-DE-SOUZA et al, 2007). No presente estudo, este foi o método escolhido, em que os materiais foram submetidos à ação de luz UV e de condensação de água, em ciclos de 4 horas, por 384 horas. Esse período de submissão foi escolhido, pois segundo Ruyter, Nilner, Möller (1987), qualquer alteração de cor em compósitos só ocorre a partir de 300 horas do processo de envelhecimento.

A verificação da estabilidade de cor de materiais odontológicos também pode ser feita de diversas formas; por análise visual (POWERS, 1978) ou instrumental (STOBER, 2001; VICHÍ, 2004; JANDA, 2005; SARAFIANOU, 2007). No presente trabalho, esta análise, junto ao estudo da alteração da opacidade dos compósitos, foi feita de forma instrumental, em que o equipamento utilizava a escala CIE Lab que, segundo Paravina (2004), é o sistema mais amplamente aceito para notificação de cor em compósitos. Optou-se por esse método pois a avaliação visual de um objeto é subjetiva, além de variar de indivíduo para indivíduo, o que resulta de diversos fatores, como posição do objeto observado, iluminação do ambiente, fadiga e estado emocional do observador (WYSEZECKI, 1971; BILLMEYER, 1980). Dessa forma, a utilização de um instrumento para a avaliação da estabilidade de cor elimina a possibilidade de erros subjetivos da avaliação da cor (YANNIKANKIS, 1998) transformando-a em valores numéricos (RICH, 1983).

Os selantes de superfície são materiais utilizados para sanar algum defeito superficial persistente, mesmo após o processo de polimento, aumentando a integridade marginal e a resistência à abrasão (BERTRAND, 2000). Além disso, segundo Ramos (2002), menor infiltração ocorre nas margens de restaurações de compósitos cobertos com selante de superfície. A aplicação do selante de superfície mostrou um aumento na resistência ao molhamento e melhoria na integridade marginal (KAWAI, 1993).

Analisando-se os resultados referentes à similaridade de cor dos compósitos, verifica-se que nenhum dos compósitos apresenta exatamente a mesma cor (Tabela 3). Em função dos resultados encontrados para similaridade de cor entre os diferentes compósitos, percebe-se que não há,

por parte dos fabricantes, uma padronização quanto ao matiz de compósitos de diferentes marcas comerciais, o que dificulta a atuação do clínico no momento de escolher o material para utilização em um procedimento clínico. Isso seria importante principalmente no caso de reparos de restaurações clinicamente. Essa opção de tratamento vem aumentando nos últimos tempos (HUNTER, 1995), devido à necessidade de maior desgaste de tecido dental sadio quando da substituição de uma restauração. Além disso, a substituição poderia levar à injúria pulpar, além de ser uma alternativa de custo menos elevado (MITSUKI-MATSUO, 1991). Se os compósitos apresentassem uma maior similaridade de cor, independente da marca comercial utilizada para a elaboração da restauração, o procedimento clínico de reparo seria ainda mais facilitado, permitindo a elaboração de restaurações ainda mais estéticas.

Analisando-se os resultados encontrados de alteração de cor, não se pode aceitar a hipótese do presente estudo, pois verificou-se que todos os compósitos analisados apresentaram um $\Delta E > 3,3$ sendo, portanto, consideradas alterações clinicamente inaceitáveis (RUYTER et al., 1987). Compósitos com selante de superfície Biscover, foram os que apresentaram os maiores valores para ΔE , justamente o contrário do que era esperado. Esse ocorrido pode ser explicado devido ao fato de que a aplicação desse selante permite a formação de uma superfície com efeito de espelho polido. Como o método de avaliação de cor utilizado baseia-se na emissão de um feixe de luz que retorna ao aparelho, esse efeito espelho pode ter acarretado a um maior retorno dos feixes luminosos, explicando assim os maiores valores de ΔE . Além disso, ele apresenta em sua composição 20-50% de Bis-EMA, que é um componente da matriz resinosa sendo, assim, também

susceptível ao manchamento e degradação pelo EAA. Esses resultados corroboram achados de Lee (2007).

Os compósitos protegidos com o selante Fortify apresentaram resultados elevados para a alteração de cor também; todos os compósitos apresentaram um $\Delta E > 3,3$. Essa alteração de cor pode ser explicada pela alteração do próprio material selante que, em sua composição, apresenta como matriz resinosa o Bis-Ema (10-40%) e UDMA (20-50%), assim esse material também é suscetível à alteração de cor (LEE, 2007). Outra justificativa para o comportamento dos selantes comerciais pode estar na espessura da camada aplicada do selante. Segundo Domingues (2001) e Lee (2005), quanto maior a camada de selante aplicada, maior a susceptibilidade do mesmo em modificar sua cor. No presente estudo, sobre os compósitos foi aplicada somente uma camada dos selantes de superfície. Entretanto, dada a característica fluida desses materiais e sua molhabilidade, não foi possível padronizar a espessura dessa camada sobre os materiais, situação idêntica ao que ocorre clinicamente.

O comportamento do Cianocrilato se destacou para os compósitos Concept e Charisma; esta proteção proporcionou menor alteração de cor aos compósitos em relação aos resultados obtidos com as demais proteções, porém ainda dentro dos limites considerados clinicamente inaceitáveis ($\Delta E \geq 3,3$). Esses dados indicam uma possibilidade de que o Cianocrilato atue na manutenção da cor dos compósitos, sendo necessárias mais pesquisas para a definição dessa indicação.

Opacidade

A característica da transmissão de luz é uma importante propriedade, e pode desempenhar um importante papel nas propriedades estéticas de um compósito dental (KIM, 2007). Translucidez e opacidade são termos opostos, e são usados para descrever a quantidade de luz que é permitida ou impedida de passar através de um material. A opacidade é determinada pela razão de contraste, quando os corpos-de-prova são colocados sobre o fundo preto e sobre o fundo branco.

Alguns fatores podem influenciar a opacidade dos compósitos (KIM, 2007): 1) a translucidez inerente dos componentes desses materiais; 2) embora as partículas de carga e a matriz resinosa dos compósitos apresentarem excelentes características de translucidez, as partículas de carga aumentam a dispersão de luz na interface matriz/partícula e, assim, produz materiais opacos caso o índice de refração dos componentes do compósito sejam diferentes; e 3) a translucidez do compósito depende do tamanho das partículas de carga, ou seja, se o tamanho das partículas estiver muito abaixo do compatível com comprimento de onda da luz, ela não irá espalhar ou absorver a luz, resultando na inabilidade do olho humano em detectar as partículas. Assim, compósitos com partículas muito pequenas, produzirá translucidez superior e melhores resultados estéticos. Esta seria a justificativa para o comportamento encontrado para os compósitos estudados no presente trabalho.

A análise dos resultados de opacidade inicial dos compósitos (antes do EAA) permite verificar que, nos quatro grupos, a maior opacidade foi encontrada na resina TPH, seguida pelos compósitos Concept e Charisma,

que apresenta partículas de carga com tamanho médio de $0,8\mu\text{m}$ em uma porcentagem de 79% em peso. Há, assim, menor passagem de luz através do corpo do compósito, acarretando uma maior opacidade. Em relação aos demais compósitos estudados, apesar do compósito Charisma apresentar tamanho de partículas maior que a resina Concept, esta apresenta uma maior quantidade de partículas, o que justifica a maior opacidade encontrada nesta. Esse fato explica a menor opacidade do compósito Charisma em que maior quantidade de luz é capaz de atravessar o material.

Após 384 horas de EAA, o comportamento dos compósitos em relação à opacidade se manteve. Porém, interessante notar, entretanto, que proporcionalmente o compósito que apresentou maior alteração de opacidade (Tabela 7) foi o Concept, que apresenta menor tamanho de partículas, possivelmente pela incompatibilidade dos índices refrativos entre matriz/partículas de carga, conforme anteriormente descrito (KIM, 2007).

A presença dos selantes de superfície comerciais proporcionou menor alteração de opacidade aos compósitos, que podem ter permitido menor degradação superficial dos compósitos, que levaria a uma alteração na opacidade dos compósitos. Além disso, o fato dos selantes não apresentarem partículas de carga em sua composição (DOMINGUES, 2001), contribuiria para que não haja um aumento na opacidade dos compósitos.

Microscopia Eletrônica de Varredura

Antes do EAA, os selantes de superfície proporcionaram superfícies extremamente lisas, devido à correção dos defeitos superficiais que persistem mesmo após o procedimento de polimento (BERTRAND, 2000). Além disso, esses materiais apresentaram uma boa fluidez que permite o recobrimento

total da superfície. O grupo selado com Cianoacrilato, entretanto, apresentou uma superfície com maior rugosidade, provavelmente devido à dificuldade de se espalhar o material sobre a superfície dos compósitos e à falta de controle sobre a presa do material.

O EAA agiu como um fator degradante na superfície das amostras, o que pode ser visualizado nas imagens microscópicas após a aplicação de tal metodologia, em que se observa aumento da rugosidade superficial em todos os grupos. No grupo Controle dos compósitos Concept e Charisma, entretanto, não se verifica esse ocorrido, pois, aparentemente, esses grupos apresentaram uma melhora superficial após o EAA. Essa melhora poderia ser justificada pela maior sorção de água ocorrida durante o processo de envelhecimento em decorrência do menor tamanho das suas partículas de carga e da ausência de uma proteção, diferentemente do compósito TPH.

A análise dos resultados do presente estudo permite concluir que:

- Nenhuma das marcas comerciais apresentou similaridade de cor dos matizes estudados;
- Os selantes de superfície comerciais não foram efetivos na manutenção da cor de todos os compósitos estudados após submissão a EAA;
- O Cianoacrilato mostrou uma tendência em auxiliar na manutenção da cor após EAA para os compósitos Concept e Charisma;
- Os selantes de superfície comerciais e o Cianoacrilato parecem auxiliar na manutenção da opacidade dos compósitos após terem sido submetidos a EAA;
- As superfícies protegidas com selantes de superfície apresentaram maior regularidade que quando protegidas com Cianoacrilato, tanto antes quanto após EAA.

Referências Bibliográficas

1. AGUILAR, F.G; DRUBI-FILHO, B; CASEMIRO, L.A; WATANABE, M.G.C; PIRES-DE SOUSA, F.C.P. Retention and penetration of a conventional resin-based sealant and a photochromatic flowable composite resin placed on occlusal pits and fissures. **J. Indian Soc. Pedod. Prevent. Dent**, 2007;27 (4): 169-173.
2. AMEYE, C. LAMBRECHTS, P.; VANHERLE, G. Conventional and microfilled composite resins. Part I: color stability and marginal addaptation. **J. Prosthet. Dent**. 1981;46:623-30.
3. ANUSAVICE, K.J.; ZHANG, N.J.; MOORHEAD, J.E. Influence of P₂O₅, AgNO₃ and FeCl₃ on color and translucency of lithia-based glass-ceramics. **Dent Mater**, 1994;10(4):230-235.
4. ASMUSSEN, E. Factors affecting the color stability of restorative resins. **Acta Odontol Scand**, 1983;1:12-18.
5. ASMUSSEN, E.; HANSEN, E.K. Surface discoloration of restorative resins in relation to surface softening and oral hygiene . **Scand. J. Dent. Res.**, 1986;94:174-177.
6. BERTRAND, M.F.; LEFORESTIER, E.; MULLER, M.; LUPI-PEGURIER, M.L. and BOLLA, M. Effect of surface penetrating sealant on surface texture and microhardness of composite resins. **Biomed. Mater. Res**. 2000;53: 658-663.
7. BILLMEYER, F.W; SALTZMAN, M. Observer metamerism. **Color Res Appl**,1980; 5:72.
8. BINDSLEV, P.H.; MJOR, I.A ., Restaurações estéticas em Dentística Operatória Moderna. São Paulo, Livraria e editora Santos 1990.

9. BISHARA, S.E; AJLOUNI, R; OONSOMBAT, C; LAFFOON, J. Bonding orthodontic brackets to porcelain using different adhesives/enamel conditioners: a comparative study. **World J Orthod.** 2005;6(1):17-24.
- 10.BUCHALLA, W; ATTIN,T; HILGERS, R; 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: 264-270.
- 11.BURROW, M.F.; MAKINSON, O .F. Color change in light-cured resins exposed to daylight. **Quintessence Int.**, 1991;22(6):447-452.
12. CACCIAFESTA, V; SFONDRINI, M.F; GATTI, S; KLERSY, C. Effect of water and saliva contamination on the shear bond strength of a new light-cured cyanoacrylate adhesive.**Prog Orthod.** 2007;8(1):100-111.
- 13.CARMICHAEL, A.J; GIBSON, J.J; WALLS, A.W. Allergic contact dermatitis to Bis-GMA dental resin associated with sensitivity to epoxy resins. **Braz Dent J**, 1997; 183:297-298.
- 14.DAVIS, B.A, FRIEDL,K.H, POWERS, J.M. Color stability of hybrid ionomers after accelerated aging. **J Prosthodont.** 1995;4(2):111-5.
- 15.De GEE, A.J.; HARKEL-HAGENAAR, E.; DAVIDSON, C.L.Color dye for identification of incompletely cured composite resins. **J. Prost. Dent.**, 1984;52:626-31.
- 16.DIETSCHI, D.; CAMPANILE, G.; HOLZ, J.; MEYER, J.M. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. **Dent. Mater.**, 1994;10: 353-362.

- 17.DIJKEN, J.W. A clinical evaluation of anterior conventional, microfiller , and hybrid composite resin fillings. **Acta Odontol. Scand.**, 1986;44: 357-67.
- 18.DOMINGUES, L.A.; SAKAMOTO, F.F.O.; TOMA, M.H.; PEGORARO, C.N. Selantes superficiais influenciam no manchamento das resinas? **.Revista da APCD**, 2001;55(5): 321-325.
- 19.DORAY, P.G; WANG, X; POWERS, J.M; BURGESS, J.O. Accelerated aging affects color stability of provisional restorative materials. *J Prosthodont*, 1997; 6: 183-8.
- 20.DOUGLAS, W.H.; CRAIG, R.G. Resistance to extrinsic stains by hydrophobic composite resin systems. **J. Dent. Res.**, 1982;61(1): 41-43.
- 21.FERRACANE, J.L.; MOSER, J.B.; GREENER, E.H. Ultraviolet light-induced yellowing of dental restorative resins. **J. Prost. Dent.**, 1985;54(4), :483-487.
- 22.FERRACANE, J.L. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. **Dent Mat**, 2006; 22:211-222.
- 23.FRUIITS, I.J.; DUNCANSON JR, M.G.; MIRANDA, F.J. In vitro weathering of selected direct esthetic restorative materials. **Quintessence Int.**, 1997;28(6):409-414.
- 24.GOVEIA, J.C. Estudo colorimétrico da translucidez de materiais restauradores odontológicos. São Paulo, 2004 (Tese – Universidade de São Paulo/USP).

- 25.GROH, C.L.; O`BRIEN W.J.; BOENKE, K.M. Differences in color between fired porcelain and shade guides. **Int J Prosthodont**, 1992;5(6): 510-514.
- 26.HACHIYA; IWAKU, M.; HOSODA, H.; FUSAYAMA,T. Relation of finish to discoloration of composite resins. **J. Prosthet. Dent.**, 1984;52: 811-4.
- 27.HANSEL, C; LEYHAUSEN, G; MAI, U.E; GEURTSSEN, W. Effects of various resin composite (co)monomers and extracts on two caries-associated micro-organisms in vitro. **J Dent Res**, 1998; 77:60-67.
28. HARRIS, P.E; HOYER, S; LINDQUIST, T.J; STANFORD, C.M. Alterations of surface hardness with gypsum die hardeners. **J Prosthet Dent.**, 2004;92(1):35-8.
- 29.HAYASHI, H.; MAEJIMA, K.; KEZUKA, K.; OGUSHI, K.; KONO, A.; FUSAYAMA. T. In vitro study of discoloration of composite resin. **J. Prosthet. Dent.**, 1974;32:66-9.
- 30.HORSTED-BINDSLEV, P.; MJOR, I.A . Esthetic restoration, In: **Modern concepts in operative dentistry**. Copenhagen: Munksgaard, p.190-246, 1988.
- 31.HOSOYA, Y. Five-year color changes of light-cured resin composites: influence of light-curing times. **Dent Mater**. 1999;15(4):268-74.
32. HUNTER, A.R; TREASURE, E.T; HUNTER, A.J. Increases in cavity volume associated with the removal of class 2 amalgam and composite restorations. **Oper Dent**, 1995; 20:2-6.
- 33.IKEDA, T.; MURATA, Y.; SANO, H. Translucency of opaque-shade composites. **Am J Dent**, 2004;17(2):127-130.

34. IMAZATO, S.; TARUMI, H; KOBAYASHI, K; HIRAGURI, H; ODA, K; TSUCHITANI, Y. Relationship between the degree of conversion and internal discoloration of light-activated composite. **Dent Mat**, 1995; 14:23-30.
35. INOKOSHI, S.M.B.; BURROW, M.F.; KATAUMI, M.; YAMADA, T.; TAKATSU, T. Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials. **Oper Dent**, 1996;21: 73-80.
36. JANDA, R.; ROULET, J.F.; 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: 251-257.
37. KAWAGUCHI, M.; FUKUSHIMA, T.; MIYAZAKI, T. The relationship between cure depth and transmission coefficient of visible-light-activated resin composites. **J Dent Res**, 1994;73(2): 516-521.
38. KAWAI, K; LEINFELDER, K.F. Effect of surface-penetrating sealant on composite wear. **Dent. Mater.** 1993;9(2): 108-113.
39. KHOKHAR, Z.A.; RAZZOG, M.E.; YAMAN, P.C. Color stability of restorative resins. **Quintessence Int.**, 1991;22(9): 733-737.
40. KIM, J.J; MOON, H.J; LIM, B.S; LEE, Y.K; RHEE, S.H; YANG, H.C. The effect of nanofiller on the opacity of experimental composites. **J. Biomed Mater. Res. B Appl Biomater.**, 2007; 80(2): 332-338.
41. KROETZE, H.J.; PLASSCHAERT, A.J., van't HOF, M.A .; TRUIN, G.J. Prevalence and need for replacement of amalgam and composite restoration in Dutch adults. **Dent. Res.**, 1990;69:1270-1274.

42. KULKARNI, S; DODWAD, V; CHAVA, V. Healing of periodontal flaps when closed with silk sutures and N-butyl cyanoacrylate: a clinical and histological study. **Indian J Dent Res**. 2007;18(2): 72-77.
43. LEAVITT, C; BOBERICK, K.G; WINKLER, S. Microtensile bond strength of resin-resin interfaces after 24-hour and 2-month soaking. **J Oral Implantol.**, 2007;33(5): 310-314.
44. LEE, Y.K; LU, H; POWERS, J.M. Effect of surface sealant and staining on the fluorescence of resin composites. **J Prosthet Dent**, 2005; 93: 260-266.
45. LEE, Y.K; POWERS, J.M. Combined effects of staining substances on resin composites before and after surface sealant application. **J Mater. Sci. Mater. Med.**, 2007;18(5): 685-691.
46. LEINFELDER, K.F.; SLUDER, T.B.; STOCKWELL, C.L.; STRICKLAND, W.D.; WALL, J.T. Clinical evaluation of composite resins as anterior and posterior restorative material. **J. Prosthet. Dent.**, 1975;33:407-416.
47. LOPES-SILVA, A.M; LAGE-MARQUES, J.L. Evaluation of the permeability of the furcation area of deciduous molars conditioned with Er:YAG laser and cyanoacrylate. **Pesqui Odontol Bras.**, 2003;17(3): 212-216.
48. MAIR, L.H. An investigation into the permeability of composite materials using silver nitrate. **Dent Mater**, 1989a; 5: 109-114.
49. MAIR, L.H. Staining of vivo subsurface degradation in dental composite with silver nitrate. **J Dent Res**, 1991; 70: 215-220.

50. MAIR, L.H. Surface permeability and degradation of dental composites resulting from oral temperature changes. **Dent Mater**, 1989b; 5: 247-255.
51. MITSAKI-MATSOU, H; KARANIKA-KOUMA, A; PAPADOYIANNIS, Y; Theodoridou-Pahine, S. An in vitro study of the tensile strength of composite resins repaired with the same or another composite resin. **Quintessence Int.** 1991; 22(6): 475-481.
52. NIE, J; LINDEN, LA; RABEK JF. A reappraisal of the photo polymerization kinetics of TEGDMA initiated by canphoroquinone N,N dimethyl p toluidene for dental purposes. **Acta Polymer**, 1998; 49:145-161.
53. O'BRIEN W.J.; GROCH, C.L.; BOENKE, K.M. A new small-color-difference equation for dental shades. **J Dent Res**, 1990; 69(11):1762-1764.
54. ØYSEAED, H; RUYTER, I.E; SJØVIK; KLEVEN, I.J. Release of formaldehyde from dental composites. **J Dent Res**, 1998; 67: 1289-1294.
55. OZTOPRAK, M.O; ISIK, F; SAYINSU, K; ARUN T; AYDEMIR, B. Effect of blood and saliva contamination on shear bond strength of brackets bonded with 4 adhesives. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2007; 131(2):238-242.
56. PARAVINA, R.D; ONTIVEROS, J.C; POWERS, J.M. Accelerated aging effects on color and translucency of bleaching-shade composites. **J Esthet Restor Dent.** 2004; 16(2):117-127.

57. PIRES-DE-SOUZA, F.C.P.; GARCIA, L.F.R; HAMIDA, H.M.; ASSIRATI, L.C. Color stability of composites subjected to accelerated aging after curing using either a halogen or a light emitting diode source. **Braz Dent J**, 2007; 18:119-123.
58. POWERS, J. M.; DENNISON, J. B.; KORAN, A. Color stability of restorative resins under accelerated aging. **J. Dent. Res.**, 1978;57(11):964-970.
59. POWERS, J.M.; YEH, C.L.; MIYAGAWA, Y. Optical properties of composites of selected shades in white light. **J Oral Rehabil**, 1983;10: 319-324.
60. POWERS. J.M.; BAKURAT, M.M.; OGURA, H. Color and optical properties of posterior composites under accelerated aging. **Dent. Mater.**, 1985;1:62-7.
61. POWERS. J.M.; BAKUS, E.R.; GOLDBERG, A .J. In vitro color change of posterior composites. **Dent. Mater.**, 1988;3:151-154.
62. POWERS. J.M.; FAN, P.L.; RAPTIS, C.N. Color stability of new composite restorative material under accelerated aging. **J. Dent. Res.**, 1980;.59: 2071-2074.
63. QVIST, V.; THYLSTRUP, A.; MJOR, I.A .Restorative treatment pattern and longevity of resin restorations in Denmark. **Acta Odontol. Scand.**, 1986;44: 351-356.
64. RAMOS, R.P; CHINELATTI, N.A; CHINELLO, D.T; DIBB, N.G. Assessing microleakage in resin composite restorations rebounded with a surface sealant and three low – viscosity resin systems. **Quintessence Int.** 2002; 6(33): 450-456.

- 65.RICH, D.C; BILLMEYER, F.W. Small and moderate color differences.IV. Color-difference-perceptibility ellipses in surface-color space. **Color Res Appl** 1983, 8:83-91.
- 66.ROSENTRITT, M.; ESCH, J.; BEHR, M.; LEIBROCK, A. ; HANDEL, G. *In vivo* color stability of resin composite veneers and acrylic resin teeth in removable partial dentures. **Quintessence Int.**, 1998; 29(8): 517-522.
- 67.RUEGGERBERG, F.A.; MARGESON, D.H. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. **J. Dent. Res.**, 1990;69: 1652-8.
- 68.RUYTER, I.E.; NILNER, K.; MOLLER, B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. **Dent. Mater.**, 1987;3: 246-251.
- 69.SANTERRE JP, SHAJII L, LEUNG BW. Relation of dental composite formulations to their degradation and the release of hydrolyzed polymeric-resin-derived products. **Crit Rev Oral Biol Med**, 2001; 12:136-151.
- 70.SARAFIANOU, A; IOSIFIDOU, S; PAPADOPOULOS,T; ELIADES,G. Color stability and degree of cure of direct composite restoratives after accelerated aging. **Oper Dent.**, 2007;32(4): 406-411.
- 71.SATOU, N.; KHAN, A .M.; MATSUMAE, I.; SATOU, J.; SHINTANI, H. In vitro color change of composite – based resins. **Dent. Mater.**, 1989;5: 384-387.

- 72.SCHULZE, K. O.; MARSHALL, S.J.; GANSKI, S. A .; MARSHALL, G.W.
Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. **Dent. Mater.**, 2003;19: 612-619.
- 73.SETZ, J.; ENGEL, E. *In vivo* color stability of resin-veneered telescopic dentures: a double blind pilot study . **J. Prosthet. Dent.**, 1997; 77(5): 486-491.
- 74.SHINTANI, H.; SATOU, N.; HAYASHIHARA, H; INOUE, T. Effects of various methods on staining and accumulation of *Streptococcus mutans* HS-6 on composite resins. **Dent Mater.** , 1985;1: 225-227.
- 75.SOARES, L.E; CESAR, I.C; SANTOS, C.G; DE CARDOSO. A.L; LIPORONI, P.C; MUNIN, E.; MARTIN, A.A. Influence of coffee on reflectance and chemistry of resin composite protected by surface sealant. **Am J Dent**, 2007; 20:299-304.
- 76.STOBER, T.; GILDE, H.; LENZ, P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. **Dent Mater.**, 2001;17: 87-94.
- 77.TJAN, A.H.L.; CHAN, C.A. The polishability of posterior composites. . **J. Prosthet. Dent.**, 1989;61: 138-146.
78. TOMLINSON, S.K; GHITA, O.R; HOOPER, R.M; EVANS, K.E.
Monomer conversion and hardness of novel dental cements based on ethyl cyanoacrylate. **Dent Mater.** 2006;23(7): 799-806.
- 79.UCHIDA, H.; et al. Color stability of dental composites as a function of shade. **J.Prosthet. Dent.**, 1998;79(4): 372-377.
- 80.VAN DIJKEN, JWV. A clinical evaluation of anterior conventional, microfilled and hybrid composite fillings. **Acta Odontol Scand.** 1986;44: 357-367.

- 81.VAN NOORT, R.; DAVIS, L.G. The surface finish of composite resin restorative materials. **Br. Dent. J.**, 1984; 157: 360-364.
- 82.VICHI, A.; FERRARI, M.; DAVIDSON, C.L. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. **Dent Mater.**,2004;20(6):530-534.
- 83.WYSZECKI, G.; FILDER, G.H. Color-difference matches. **J Opt Soc Am A.**, 1971;61: 1501-1513.
- 84.YANNIKANKIS, S.A; ZISSIS, A.J; POLYZOIS, G.L; CARONI,C.Color stability of provisional resin restorative materials. **J Prosthet Dent.** 1998;80(5): 533-539.
- 85.YAP, A.U.J.; LEE, H.K; SABAPATHY, R. Release of methacrylic acid from dental composites. **Dent Mat**, 2000; 16:172-179.

Tabela I Dados para análise da cor antes do EAA

Proteção	Amostra	TPH			CONCEPT			CHARISMA		
		L* branco	a*	b*	L* branco	a*	b*	L* branco	a*	b*
Controle	1	67,79	6,19	14,94	69,88	3,75	16,95	68,78	3,82	14,75
	2	65,36	6,62	15,74	70,13	3,92	17,15	67,48	4,64	14,65
	3	67,92	7,27	14,83	70,35	4,05	16,61	66,44	5,01	14,86
	4	66,81	6,43	16,32	70,23	4,08	16,76	69,09	3,78	14,86
	5	68,38	6,18	15,15	70,59	3,98	16,41	68,68	3,83	14,68
	6	66,71	6,14	16,41	71,79	3,78	16,79	69,46	3,56	12,29
	7	68,04	6,85	15,30	69,67	3,62	16,75	69,03	4,07	16,34
	8	64,49	6,04	14,97	69,20	3,75	16,04	68,47	4,84	13,84
	9	68,42	6,18	14,92	70,01	4,08	16,58	68,70	3,91	14,61
	10	67,21	6,28	16,28	70,08	3,65	16,05	69,14	4,02	16,13
Médias		67,11	6,42	15,49	70,19	3,87	16,61	68,53	4,15	14,70
Cianoacrilato	1	64,03	6,20	15,99	69,59	3,84	16,92	64,92	4,07	15,88
	2	65,55	7,27	15,93	68,74	4,26	17,55	66,19	3,77	15,78
	3	64,15	6,24	15,65	69,00	3,93	18,13	65,62	4,01	16,40
	4	64,62	6,74	16,28	68,91	4,03	17,89	65,04	3,95	15,57
	5	65,61	6,29	16,33	69,15	4,10	17,55	65,91	3,86	16,16
	6	64,96	6,18	15,98	69,27	3,94	17,37	66,70	3,77	17,01
	7	65,27	6,26	16,07	69,01	3,80	16,95	64,93	3,81	15,70
	8	65,33	6,58	16,71	68,67	3,80	16,55	65,99	4,64	15,56
	9	65,54	6,24	16,53	68,84	3,83	17,38	66,29	3,87	15,41
	10	64,73	6,61	15,83	69,05	4,12	17,68	66,46	3,68	15,84
Médias		64,98	6,46	16,13	69,02	3,97	17,40	65,80	3,94	15,93
Fortify	1	64,50	6,34	16,40	67,56	3,42	16,57	65,44	3,56	15,60
	2	65,79	6,69	17,63	67,79	3,77	17,29	66,34	3,77	17,17
	3	64,49	6,47	17,41	67,94	3,92	16,35	65,75	4,45	15,67
	4	65,60	6,68	16,87	68,73	3,85	17,20	65,53	3,96	16,22
	5	61,78	8,19	20,70	67,73	3,69	17,37	65,17	4,77	15,56
	6	65,71	6,09	16,60	67,69	3,78	17,14	66,70	3,71	16,76
	7	64,96	6,36	16,35	68,19	3,57	17,07	65,45	4,53	15,53
	8	64,36	7,34	16,44	68,67	3,79	17,35	65,37	4,70	15,12
	9	65,70	6,19	17,14	67,67	3,75	16,83	64,69	4,68	14,55
	10	64,42	6,08	15,22	68,46	3,75	17,39	64,55	4,36	15,00
Médias		64,73	6,64	17,08	68,04	3,73	17,06	65,50	4,25	15,72
Biscover	1	64,90	5,79	17,66	67,76	3,09	17,39	66,13	3,07	17,97
	2	64,05	5,52	17,77	68,71	3,01	17,75	64,61	3,74	16,38
	3	62,73	5,58	16,17	68,97	2,88	15,93	64,36	4,02	13,76
	4	64,16	5,80	17,69	67,74	2,78	17,61	65,48	3,21	17,74
	5	64,94	5,96	18,99	68,45	2,79	18,27	65,09	4,08	15,29
	6	65,53	5,95	18,61	67,49	3,06	16,33	65,71	3,53	16,50
	7	65,28	6,71	18,03	68,30	2,92	19,34	65,22	3,77	16,33
	8	64,96	5,94	18,28	67,75	2,86	17,43	66,43	3,15	16,80
	9	64,74	5,37	18,07	68,95	2,92	17,00	64,94	3,69	15,74
	10	63,10	6,53	16,97	68,25	2,73	17,10	66,12	2,90	19,04
Médias		64,44	5,92	17,82	68,24	2,90	17,41	65,41	3,52	16,55

Tabela II Dados para análise da cor do compósito TPH Após EAA.

Proteção	Amostra	L* branco	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE
Controle	1	69,77	4,41	16,27	1,98	-1,77	1,32	2,96
	2	68,63	4,74	18,17	3,27	-1,87	2,42	4,47
	3	67,08	6,23	21,94	-0,83	-1,04	7,10	7,22
	4	71,17	4,34	13,96	4,36	-2,09	-2,36	5,38
	5	69,90	4,78	16,85	1,51	-1,40	1,69	2,66
	6	70,31	4,37	16,51	3,60	-1,77	0,10	4,01
	7	66,98	5,98	22,70	-1,06	-0,87	7,39	7,51
	8	68,90	3,93	15,64	4,40	-2,10	0,66	4,91
	9	68,46	4,88	21,34	0,04	-1,30	6,41	6,54
	10	69,10	4,95	19,14	1,88	-1,33	2,85	3,66
Médias		69,03	4,86	18,25	1,92	-1,55	2,76	4,93
Cianoacrilato	1	64,44	5,27	23,84	0,40	-0,92	7,85	7,91
	2	66,18	6,15	22,22	0,62	-1,12	6,29	6,41
	3	62,93	5,57	29,33	-1,21	-0,67	13,67	13,73
	4	66,34	5,25	20,78	1,72	-1,48	4,49	5,03
	5	65,93	4,97	24,03	0,32	-1,31	7,69	7,80
	6	64,45	5,65	25,99	-0,51	-0,53	10,00	10,02
	7	64,48	5,60	28,46	-0,78	-0,66	12,38	12,42
	8	65,37	5,72	24,63	0,04	-0,86	7,91	7,95
	9	66,52	5,10	22,39	0,97	-1,14	5,86	6,04
	10	65,58	5,13	21,57	0,84	-1,47	5,74	5,98
Médias		65,22	5,44	24,32	0,24	-1,02	8,19	8,33
Fortify	1	64,51	5,65	23,78	0,01	-0,69	7,38	7,41
	2	65,47	5,78	25,14	-0,32	-0,90	7,5	7,56
	3	65,11	5,65	25,24	0,62	-0,81	7,83	7,89
	4	64,8	6,06	25,59	-0,79	-0,62	8,71	8,76
	5	61,42	7,89	26,75	-0,35	-0,30	6,05	6,06
	6	64,58	5,44	24,47	-1,12	-0,64	7,87	7,97
	7	64,25	5,84	25,04	-0,70	-0,51	8,68	8,72
	8	63,72	6,74	24,83	-0,64	-0,60	8,38	8,42
	9	64,99	5,72	25,98	-0,70	-0,47	8,83	8,87
	10	63,88	5,35	23,14	-0,53	-0,73	7,92	7,97
Médias		64,27	6,01	25,00	-0,45	-0,63	7,92	7,96
Biscover	1	63,53	6,34	27,66	-1,37	0,55	10,00	10,10
	2	61,02	7,42	30,13	-3,02	1,89	12,36	12,86
	3	61,45	6,25	26,91	-1,28	0,66	10,73	10,82
	4	62,49	6,69	27,91	-1,66	0,88	10,21	10,38
	5	62,99	7,28	29,55	-1,95	1,32	10,56	10,81
	6	63,41	7,10	29,54	-2,12	1,15	10,92	11,18
	7	62,70	7,99	29,5	-2,57	1,28	11,46	11,81
	8	62,38	7,63	29,81	-2,57	1,68	11,53	11,93
	9	61,62	7,47	30,18	-3,12	2,10	12,11	12,68
	10	61,27	7,58	28,74	-1,82	1,04	11,76	11,94
Médias		62,29	7,18	28,99	-2,15	1,26	11,16	11,45

Tabela III Dados para análise da cor do compósito Concept Após EAA.

Proteção	Amostra	L* branco	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE
Controle	1	75,13	2,48	9,54	5,24	-1,26	-7,40	9,15
	2	77,00	2,69	8,02	6,86	-1,22	-9,13	11,48
	3	76,91	2,26	7,71	6,56	-1,78	-8,89	11,19
	4	76,02	2,62	10,28	5,79	-1,45	-6,47	8,80
	5	75,88	2,85	9,41	5,28	-1,12	-7,00	8,83
	6	76,58	2,91	8,79	4,78	-0,86	-8,00	9,35
	7	75,00	2,54	10,73	5,32	-1,07	-6,01	8,09
	8	78,14	1,83	4,75	8,94	-1,92	-11,29	14,52
	9	75,34	2,53	9,47	5,32	-1,54	-7,10	9,00
	10	76,51	2,21	6,33	6,42	-1,43	-9,71	11,72
	Médias	76,25	2,49	8,50	6,05	-1,37	-8,10	10,21
Cianoacrilato	1	67,51	3,65	27,61	-2,07	-0,19	10,69	10,89
	2	69,28	3,54	21,07	0,53	-0,71	3,51	3,62
	3	75,52	2,42	10,64	6,51	-1,50	-7,48	10,02
	4	69,85	3,25	18,93	0,94	-0,77	1,03	1,59
	5	69,74	3,72	20,56	0,58	-0,37	3,00	3,07
	6	71,34	2,98	15,54	2,06	-0,96	-1,83	2,91
	7	70,89	3,09	17,24	1,87	-0,71	0,29	2,02
	8	67,80	3,68	26,83	-0,86	-0,12	10,28	10,31
	9	67,36	3,89	27,69	-1,47	0,06	10,31	10,41
	10	69,97	3,57	21,18	0,91	-0,54	3,5	3,65
	Médias	69,93	3,38	20,73	0,90	-0,58	3,33	5,85
Fortify	1	66,91	3,84	24,76	-0,64	0,41	8,18	8,21
	2	66,63	3,64	24,45	-1,15	-0,13	7,15	7,24
	3	66,39	3,92	25,73	-1,54	0	9,37	9,49
	4	67,34	4,08	25,55	-1,39	0,23	8,34	8,45
	5	66,62	3,65	24,78	-1,11	-0,04	7,41	7,49
	6	66,44	3,71	24,53	-1,75	0,13	7,45	7,65
	7	67,24	3,64	25,16	-0,95	0,07	8,09	8,14
	8	67,41	3,92	26,01	-1,26	0,12	8,65	8,74
	9	66,82	3,66	24,34	-0,84	-0,09	7,51	7,55
	10	67,31	3,73	24,6	-1,14	-0,01	7,2	7,28
	Médias	66,91	3,78	24,99	-1,18	0,07	7,94	8,02
Biscover	1	65,72	4,88	29,79	-2,03	1,79	12,40	12,69
	2	65,98	4,97	30,40	-2,72	1,95	12,64	13,07
	3	66,84	4,15	28,97	-2,13	1,27	13,04	13,27
	4	64,63	5,24	30,31	-3,10	2,46	12,70	13,30
	5	65,10	5,22	28,70	-3,35	2,43	10,42	11,21
	6	65,16	4,88	30,18	-2,33	1,81	13,85	14,16
	7	64,85	5,57	30,84	-3,44	2,65	11,49	12,28
	8	64,26	5,43	30,50	-3,49	2,57	13,07	13,76
	9	66,79	4,52	30,10	-2,16	1,59	13,10	13,37
	10	66,11	4,47	29,59	-2,13	1,73	12,49	12,78
	Médias	65,54	4,93	29,94	-2,69	2,03	12,52	12,99

Tabela IV Dados para análise da cor do compósito Charisma Após EAA.

Proteção	Amostra	L* branco	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE
Controle	1	75,85	2,11	4,01	7,07	-1,71	-10,73	12,96
	2	72,17	3,53	8,72	4,69	-1,1	-5,93	7,64
	3	69,93	3,72	11,93	3,48	-1,29	-2,92	4,72
	4	72,86	3,02	9,91	3,77	-0,75	-4,94	6,25
	5	73,35	2,19	7,45	4,66	-1,64	-7,23	8,75
	6	75,26	2,36	5,1	5,8	-1,2	-7,18	9,3
	7	72,82	3,14	7,07	3,78	-0,92	-9,26	10,04
	8	73,14	3,05	10,23	4,67	-1,79	-3,61	6,16
	9	72,86	2,98	7,58	4,16	-0,92	-7,02	8,21
	10	69,86	3,95	16,36	0,71	-0,07	0,22	8,23
	Médias	72,81	3,01	8,84	4,28	-1,14	-5,86	8,23
Cianoacrilato	1	64,95	4,02	19,94	0,02	-0,04	4,06	4,06
	2	66,75	3,78	18,04	0,55	0,01	2,26	2,32
	3	66,23	4,02	19,2	0,6	0,01	2,8	2,86
	4	66,37	3,52	16,19	1,33	-0,43	0,62	1,52
	5	67	3,85	17,81	1,08	-0,01	1,65	1,97
	6	66,77	4	21,43	0,06	0,22	4,42	4,42
	7	65,7	3,95	18,71	0,77	0,13	3,01	3,1
	8	66,81	4,65	17,58	0,82	0	2,02	2,18
	9	66,14	4,08	20,83	-0,14	0,21	5,42	5,42
	10	66,22	3,86	21,53	-0,24	0,18	5,68	5,68
	Médias	66,29	3,97	19,13	0,49	0,03	3,19	3,35
Fortify	1	64,4	3,82	23,22	-1,03	0,26	7,62	7,69
	2	65,07	4,03	25,21	-1,26	0,25	8,03	8,13
	3	64,29	4,33	23,88	-1,45	-0,12	8,21	8,33
	4	71,9	2,85	9,44	6,36	-1,11	-6,78	9,36
	5	63,72	4,65	23,38	-1,44	-0,12	7,82	7,95
	6	65,02	3,81	24,18	-1,68	0,09	7,41	7,59
	7	63,98	4,54	23,67	-1,46	0	8,14	8,26
	8	63,8	4,61	22,65	-1,57	-0,09	7,52	7,68
	9	63,55	4,67	21,52	-1,13	0	6,97	7,06
	10	63,48	4,24	21,89	-1,07	-0,12	6,88	6,96
	Médias	64,92	4,16	21,90	-0,57	-0,10	6,18	7,90
Biscover	1	63,85	7,18	27,28	-2,28	4,11	9,31	10,42
	2	61,31	6,14	28,68	-3,30	2,39	12,3	12,95
	3	62,58	4,84	25,26	-1,77	0,82	11,5	11,66
	4	62,4	5,39	29,24	-3,07	2,18	11,49	12,09
	5	62,97	5,27	26,17	-2,11	1,19	10,87	11,13
	6	63,22	5,36	27,55	-2,49	1,83	11,04	11,46
	7	62,47	5,56	26,63	-2,75	1,78	10,29	10,79
	8	63,00	5,19	27,65	-3,42	2,04	10,84	11,54
	9	64,58	4,66	26,93	-0,36	0,96	11,19	11,23
	10	62,42	5,65	30,49	-3,70	2,75	11,44	12,33
	Médias	62,88	5,52	27,59	-2,53	2,01	11,03	11,56

Tabela V Dados para análise da Opacidade Antes do EAA.

Proteção	Amostra	TPH			CONCEPT			CHARISMA		
		L* branco	L* preto	Opacidade	L* branco	L* preto	Opacidade	L* branco	L* preto	Opacidade
Controle	1	67,79	63,68	93,94	69,88	64,23	91,91	68,78	62,46	90,81
	2	65,36	61,59	94,23	70,13	64,29	91,67	67,48	60,77	90,06
	3	67,92	63,81	93,95	70,35	64,11	91,13	66,44	59,52	89,58
	4	66,81	62,02	92,83	70,23	64,61	92,00	69,09	62,93	91,08
	5	68,38	63,63	93,05	70,59	64,86	91,88	68,68	62,39	90,84
	6	66,71	62,17	93,19	71,79	65,89	91,78	69,46	63,63	91,61
	7	68,04	63,72	93,65	69,67	63,93	91,76	69,03	61,96	89,76
	8	64,49	61,67	95,63	69,20	63,95	92,41	68,47	62,39	91,12
	9	68,42	63,89	93,38	70,01	64,54	92,19	68,70	62,40	90,83
	10	67,21	62,55	93,07	70,08	64,44	91,95	69,14	62,09	89,80
Médias		67,11	62,87	93,69	70,19	64,48	91,87	68,53	62,05	90,55
Cianoacrilato	1	64,03	59,87	93,50	69,59	63,30	90,96	64,92	59,10	91,04
	2	65,55	61,60	93,97	68,74	63,15	91,87	66,19	59,44	89,80
	3	64,15	60,80	94,78	69,00	62,37	90,39	65,62	59,22	90,25
	4	64,62	60,62	93,81	68,91	61,95	89,90	65,04	59,53	91,53
	5	65,61	61,79	94,18	69,15	62,89	90,95	65,91	59,73	90,62
	6	64,96	60,08	92,49	69,27	63,16	91,18	66,70	59,32	88,94
	7	65,27	60,73	93,04	69,01	63,32	91,75	64,93	58,92	90,74
	8	65,33	60,54	92,67	68,67	63,46	92,41	65,99	58,36	88,44
	9	65,54	61,21	93,39	68,84	62,65	91,01	66,29	59,53	89,80
	10	64,73	60,90	94,08	69,05	63,53	92,01	66,46	59,36	89,32
Médias		64,98	60,81	93,59	69,02	62,98	91,24	65,80	59,25	90,05
Fortify	1	64,50	60,31	93,50	67,56	62,20	92,07	65,44	59,07	90,27
	2	65,79	60,20	91,50	67,79	61,89	91,30	66,34	59,09	89,07
	3	64,49	59,94	92,94	67,94	62,44	91,90	65,75	58,38	88,79
	4	65,60	60,76	92,62	68,73	62,43	90,83	65,53	59,08	90,16
	5	61,78	57,14	92,49	67,73	61,83	91,29	65,17	57,95	88,92
	6	65,71	60,81	92,54	67,69	61,78	91,27	66,70	59,25	88,83
	7	64,96	60,62	93,32	68,19	62,28	91,33	65,45	58,18	88,89
	8	64,36	60,46	93,94	68,67	62,26	90,67	65,37	58,29	89,17
	9	65,70	60,48	92,05	67,67	61,84	91,38	64,69	58,14	89,87
	10	64,42	61,44	95,37	68,46	62,11	90,72	64,55	58,42	90,50
Médias		64,73	60,22	93,03	68,04	62,11	91,28	65,50	58,58	89,45
Biscover	1	64,90	60,67	93,48	67,76	62,95	92,90	66,13	59,33	89,72
	2	64,05	59,68	93,18	68,71	62,52	90,99	64,61	57,98	89,74
	3	62,73	60,03	95,70	68,97	63,08	91,46	64,36	58,37	90,69
	4	64,16	59,96	93,45	67,74	62,19	91,81	65,48	59,42	90,75
	5	64,94	60,07	92,50	68,45	62,50	91,31	65,09	58,42	89,75
	6	65,53	60,49	92,31	67,49	62,78	93,02	65,71	58,97	89,74
	7	65,28	60,89	93,28	68,30	62,24	91,13	65,22	59,03	90,51
	8	64,96	60,58	93,26	67,75	63,04	93,05	66,43	59,65	89,79
	9	64,74	59,92	92,55	68,95	63,77	92,49	64,94	58,94	90,76
	10	63,10	59,19	93,80	68,25	63,01	92,32	66,12	59,05	89,31
Médias		64,44	60,15	93,35	68,24	62,81	92,05	65,41	58,92	90,08

Tabela VI Dados para análise da Opacidade após o EAA

Proteção	Amostra	TPH			CONCEPT			CHARISMA		
		L* branco	L* preto	Opacidade	L* branco	L* preto	Opacidade	L* branco	L* preto	Opacidade
Controle	1	69,54	66,24	95,25	75,51	72,18	95,59	75,39	72,85	96,63
	2	68,17	65,13	95,54	76,88	73,62	95,76	71,95	68,62	95,37
	3	67,39	62,97	93,44	77,05	73,95	95,98	69,90	65,82	94,16
	4	70,88	67,46	95,17	75,73	72,50	95,73	73,96	70,08	94,75
	5	69,59	65,77	94,51	75,80	72,72	95,94	74,16	70,34	94,85
	6	69,93	66,57	95,20	76,45	73,24	95,80	74,63	72,09	96,60
	7	67,18	62,66	93,27	74,95	71,29	95,12	72,8	68,72	94,40
	8	68,94	66,72	96,78	78,10	75,91	97,20	73,88	70,12	94,91
	9	68,96	64,91	94,13	75,44	72,35	95,90	73,86	69,33	93,87
	10	69,10	64,87	93,88	76,54	73,51	96,04	69,77	63,57	91,11
Médias		68,97	65,33	94,72	76,25	73,13	95,91	73,03	69,15	94,67
Cianoacrilato	1	64,35	59,86	93,02	67,41	61,43	91,13	64,83	59,74	92,15
	2	65,81	61,93	69,28	69,28	65,01	93,84	67,04	61,08	91,11
	3	62,72	58,70	93,59	75,77	72,31	95,43	66,24	60,41	91,20
	4	66,45	62,94	94,72	69,65	64,83	93,08	66,26	61,45	92,74
	5	65,63	61,81	94,18	69,62	64,54	92,70	67,03	61,66	91,99
	6	64,37	59,33	92,17	71,22	67,30	94,50	66,55	59,77	89,81
	7	63,94	59,37	92,85	70,53	66,58	94,40	65,84	60,27	91,54
	8	64,99	60,64	93,31	67,64	62,92	93,02	66,38	60,05	90,46
	9	66,28	62,27	93,95	67,14	61,35	91,38	65,96	59,46	90,15
	10	65,08	60,91	93,59	69,84	65,27	93,46	66,22	59,43	89,75
Médias		64,96	60,78	93,55	69,81	65,15	93,29	66,24	60,33	91,09
Fortify	1	64,22	60,32	93,93	66,69	61,34	91,98	64,48	57,95	89,87
	2	64,99	59,78	91,98	66,63	61,00	91,55	65,07	57,81	88,84
	3	64,89	60,38	93,05	66,48	61,07	91,86	64,23	57,06	88,84
	4	64,53	59,78	92,64	67,15	61,04	90,90	71,17	68,76	96,61
	5	61,10	56,70	92,80	66,63	61,22	91,88	63,53	56,60	89,09
	6	64,35	59,77	92,88	66,33	60,84	91,72	64,72	57,81	89,32
	7	64,03	59,83	93,44	67,09	61,47	91,62	63,87	56,87	89,04
	8	63,59	59,60	93,73	67,17	60,96	90,75	63,81	56,71	88,87
	9	64,66	59,54	92,08	66,75	61,02	91,42	63,54	56,91	89,57
	10	63,76	60,87	95,47	67,02	61,25	91,39	63,54	57,41	90,35
Médias		64,01	59,66	93,20	66,79	61,12	91,51	64,80	58,39	90,04
Biscover	1	63,37	59,67	94,16	65,35	62,00	94,87	63,85	59,98	93,94
	2	60,73	56,73	93,41	65,76	60,89	92,59	61,23	55,77	91,08
	3	61,40	58,94	95,99	66,78	62,82	94,07	62,31	57,48	92,25
	4	62,27	58,39	93,77	64,65	60,29	93,26	62,60	58,03	92,70
	5	62,96	58,50	92,92	64,88	60,23	92,83	62,70	57,24	91,29
	6	63,13	58,31	92,36	65,14	61,42	94,29	63,47	58,58	92,30
	7	62,39	58,49	93,75	64,70	60,11	92,91	62,59	57,49	91,85
	8	61,77	57,94	93,80	64,07	59,87	93,44	62,96	57,04	90,60
	9	61,41	57,01	92,84	66,61	62,68	94,10	64,36	60,55	94,08
	10	61,03	57,94	94,94	65,95	61,97	93,97	62,33	57,30	91,93
Médias		62,05	58,19	93,79	65,39	61,23	93,63	62,84	57,95	92,20

Anexo B

Color and opacity of composites protected with surface sealants and submitted to accelerated artificial aging

Fabiano G. Aguilar ¹
Fernanda de C. P. Pires de Souza ¹

¹ Department of Dental Material and Prosthesis, Ribeirão Preto School of Dentistry, University of São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil

Color and opacity of composite resins protected with sealants

Corresponding author:

Profa. Dra. Fernanda de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza

Faculdade de Odontologia de Ribeirao Preto – USP

Departamento de Materiais Dentários e Prótese, FORP-USP

Avenida do Café, s/n, Bairro Monte Alegre, CEP: 14040-904

Ribeirao Preto – Sao Paulo - Brasil

Telefone: +55 (016) 3602-4152 / Fax: +55 (016) 3633-0999

E-mail: ferpanzeri@forp.usp.br

Abstract

Objective. The purpose of the study was to evaluate the color similarity, stability and opacity of three A2 shade direct resin composites (TPH - Dentsply; Charisma - Heraeus Kulzer; Concept - Vigodent) protected with surface sealant (Fortify and Biscover - Bisco) and cyanoacrylate (Super Bonder - Loctite Henkel). *Methods.* Forty specimens were done for each composite and divided into 4 groups (n=10) according to the surface protection: GI - without sealant; GII - cyanoacrylate; GIII - Fortify and GIV - Biscover. The specimens had their color and opacity evaluated by reflection spectrophotometry (CIELAB parameters: L*, a* and b*). Sequentially, they were submitted to the accelerated artificial aging (AAA) of 384 hours and new color and opacity measurements were made. The obtained values for color stability and opacity were submitted to statistical analysis by 2-way ANOVA and Bonferroni's test ($p < 0.05$) and those acquired for color similarity were submitted to 1-way ANOVA and Tukey's test ($p < 0.05$). *Results.* The composites did not present the same values for the coordinates L*, a* and b* before AAA, indicating that there were no color similarity among different composites from the same shade. All composites presented color alteration after AAA ($\Delta E > 3.3$). The opacity alteration was small for the protected groups, and the best results were achieved with Fortify sealant. *Significance.* Composite resins of the same shade did not present color similarity and surface sealants were not effective in maintaining composite color, but were able to maintain its opacity.

Keywords: accelerated aging, color stability, dental composite and sealant.

INTRODUCTION

Color alteration of composite resins is the main reason for the replacement of aesthetic restorations in anterior teeth [1,2]. The search for materials with good color stability has been increasing and the success of composite restorations depends on this stability [3,4]. Color alteration may be due to exogenous discoloration, biofilm accumulation [5], diet and smoking [6-8], inadequate polishing of restoration resulting in a wrinkled surface, more susceptible to staining, and chemical degradation that polymeric chains of composites suffer over time [9,10].

The discoloration of composites can also be resulted from endogenous factors as composition of the resinous matrix [11], amount and type of load particles [11], type and time of photoactivation [12] and the photoinitiator type [5,13]. The degree of monomers conversion also influence on chemical stability of composites. The presence of unconverted carbon double bonds make the material more susceptible to degradation [10], thus resulting in reduction of color stability [14,15] and liberation of formaldehyde and methacrylic acid [16-18]. Besides, an insufficient conversion degree contributes to the absorption of coloring substances, inducing the composite discoloration [19]. The inhibition of polymerization by surface oxygen of the restoration and outlying porosities can also induce composite discoloration [20]. The proportion of water has matter importance. It has been observed that materials with high values of water sorption were more easily stained for hydrophilic dye in aqueous solutions [21-23].

Currently, the surface sealants are used combined with the restorative composites to correct persistent superficial defects (found even after the

polishing process), thus increasing the marginal integrity and abrasion resistance [24]. According to Ramos et al. [25], composites covered with surface sealant showed inferior marginal infiltration. Another material commonly used in Dentistry is the cyanoacrylate [26,27], which could be used as a surface sealant due to its biocompatibility, viscosity and easy handling.

Considering that the aesthetics is an extremely important factor and that the composites undergo color alteration, this study aimed to evaluate the color stability and opacity after the accelerated artificial aging (AAA) of direct composites protected with surface sealants and cyanoacrylate. The tested hypothesis was that composites protected by surface sealants and cyanoacrylate would present small color alteration and opacity than the unprotected materials after AAA.

MATERIALS AND METHODS

In this study, it were used three direct A2-shade composite resins, two surface sealants and a cyanoacrylate-based adhesive. Details of these materials are presented on Table 1.

Forty specimens were prepared for each composite (n=10) using a cylindrical Teflon mold (14mm X 2mm), totaling 120 samples. The specimens were light cured by an halogen light device (Ultralux Eletronic; Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brazil - 400/500nm, 350/500mW/cm²) and were divided into 4 groups according to the superficial protection: GI - without sealant; GII - cyanoacrylate; GIII - Fortify and GIV - Biscover.

The surface sealants were applied according to the manufacturer's instructions. For Biscover, the conditioning with 37% phosphoric acid was

accomplished for 15 seconds after polishing, following by washing and drying. Afterwards, it was applied a fine layer of the material with a microbrush, followed by light curing for 15 seconds. For the material Fortify, the same steps described above were accomplished, only changing the photoactivation time for 10 seconds, in agreement with the manufacturer's recommendation.

When using cyanoacrylate, the specimens received the 37% phosphoric acid application for 15 seconds, following by washing and air-drying. The application was performed with microbrush and it was waited the drying time of 5 minutes.

All specimens were carefully identified, stored in isolated containers and maintained in light absence until the initial color and opacity analysis were accomplished.

Color analysis

The color of the specimens was analyzed with a reflection spectrophotometer (Color Guide 45/0, BYK–Gardner GmbH, Geretsried, Germany) employing an white block (Standard optical geometry 45°/0°, Reflectance and Color Gardner Laboratory Inc. Bethesda, Maryland 20014). Color pattern was evaluated according to the color system CIE – L*, a* and b* described by Pires-de-Souza et al. [12]. Initially, the color similarity was analyzed among the different tested composites, using the initial color readings to compare the coordinates L*, a* and b* of each resin from control group, before submitting them to accelerated artificial aging (AAA).

After the analysis of initial color, the specimens were then submitted to an accelerated aging system (C-UV Adexim Comexim, São Paulo, SP, Brazil)

for 384 hours. After this period, they were again submitted to the color measurement, using the same method previously described. The color alteration (ΔE) of the samples was calculated according to the formula $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ [28]. Values with $\Delta E \geq 3.3$ were considered clinically unacceptable [29].

Opacity analysis

For this analysis, the specimens were submitted to the color readings on white and black patterns, considering only the L^* coordinate and it was calculated according to the formula: $\text{Opacity} = L^*_p / L^*_b$, where L^*_p corresponds to the reading of the L^* coordinate on black bottom and L^*_b on white bottom [30]. This procedure was accomplished before (initial opacity- IO) and after (final opacity - FO) AAA, and the opacity difference among the periods was calculated in percentage.

The values of color similarity were submitted to the statistical analysis using 1-way ANOVA and Tukey's test ($p < 0.05$). Data regarding the color stability and opacity were submitted to the statistical analysis using 2-way ANOVA and Bonferroni's test ($p < 0.05$).

RESULTS

Color similarity

For L^* value, which represents the object brightness, it was observed that the composites TPH and Charisma were statistically similar among themselves ($p > 0.05$), differently from Concept that had significant statistical values ($p < 0.05$) in relation to the other composites (Fig. 1). For a^* coordinate (variation among green - red), it was verified that the TPH showed the highest

mean values, statistically different from the other composites ($p < 0.05$), which presented statistically similar values among themselves ($p > 0.05$). For b^* coordinate (variation among blue - yellow), the highest mean values were found in Concept composite, statistically different ($p < 0.05$) from the other two tested materials, characterized by presenting a more yellowish color. The other composites presented similar performance among themselves ($p > 0.05$).

Color stability

All of the analyzed composites presented color alteration after AAA (Table 2), considered clinically unacceptable ($\Delta E > 3.3$). Regardless of the composite, the highest ΔE values were found when the superficial sealing was done with Biscover. Among the tested materials, the composite that displayed the largest ΔE alteration was Concept.

Composite opacity

In agreement with Figure 2, the groups with superficial sealing had different values when compared to the control group of all tested composites; therefore, the control group presented the highest increase of opacity, regardless of the composite. It could be observed that the TPH composite presented the smallest opacity alterations. Besides, when using the cyanoacrylate, the opacity remained the same after AAA. The Fortify sealant showed very low percentage of opacity alteration after AAA for all the composites, being the smallest alteration values for TPH (0.18) and Concept (0.25). Sequentially, the smallest opacity alteration occurred for TPH protected with Biscover (0.47) and Charisma protected with Fortify (0.66). The protection

with Cianoacrilato and Biscover of the composites Concept and Charisma provided intermediate opacity alteration.

DISCUSSION

Considering the results found for color similarity among the different composites, it is noticed that there is lack of standardization from the manufacturers regarding the composite shades of different commercial products, thus dental professional may find some difficult when choosing the material for clinical use. This fact would be important mainly in the repair of restorations. When compared to the total replacement of restoration, the repair presents advantages such as less wear of sound dental tissue and pulp injury [31], and low cost [32], hence this option of treatment has been increasing in the last years [31].

Regarding the results of the color alteration, the hypothesis of the present study should be rejected, since all composites showed values considered clinically unacceptable ($\Delta E > 3.3$) [29]. The largest ΔE values obtained for composites protected with Biscover can be explained by the aspect of “polished mirror” that the application of this sealant provides on surface [7]. As the method of color evaluation is based on the emission of a light beam that returns from the device, this “mirror effect” might have promoted a larger return of the luminous light [7]. Besides, Biscover has 20-50% of Bis-EMA on its composition, which is the main component of the organic matrix and lead this material more susceptible to staining and degradation for AAA [7]. The composites protected with Fortify sealant also had high values for color alteration ($\Delta E > 3.3$). The explanation is the same

presented for Biscover, since Fortify also has higher amount of Bis-EMA (10-40%) and UDMA (20-50%) on its composition, thus is likewise susceptible to color alteration [7].

Another factor that justifies the sealants performance is the thickness used over the composite. According to Lee et al. [33], the larger the layer of sealant applied on composite surface, larger is the susceptibility of modifying the composite color. In this study, only one layer of sealant was applied on the composites. However, due to the flowing characteristic and moistening ability of these materials, it was not possible to standardize the sealant thickness. The same limitation is found on clinical situation.

The performance of the cyanoacrylate was better when combined with Concept and Charisma composites, and this protection provided smaller color alteration of composites than the other surface protectors, however, the values are still inside the clinically unacceptable limits ($\Delta E > 3.3$). These data indicate that cyanoacrylate can maintain the composite color, being necessary more researches to ensure this statement [26].

Despite Charisma composite (0.7 μm) presents larger particles size than Concept (0.4 μm), it showed smaller amount of load particles in weight (61%), which justifies the inferior values of opacity. In this situation, larger amount of light is able to cross the material [11]. After 384 hours of AAA, the performance of the composites in relation to the opacity remained unaltered. Nevertheless, it is interesting to notice that, proportionally, Concept (the composite with inferior particles size) presented larger opacity alteration, probably because of the incompatibility of the refractive indexes between matrix and particles, as previously described [30].

The use of surface sealants promoted smaller opacity alteration in the composites, due to smallest superficial degradation [14,15]. Besides, the sealants have a little amount of load particles on their composition [33], which contributed to the stability of the composites opacity. Therefore, the hypothesis that composites protected by surface sealants would present smaller color alteration and opacity over time should be rejected. Moreover, it was expected that the cyanoacrylate would present similar performance to the surface sealants, thus, it would be a quick and low cost alternative for daily clinical practice.

CONCLUSIONS

Based on the results obtained on this study, it may be concluded that:

- None of the tested products presented similar color with the studied shades.
- Surface sealants were not effective in maintaining the color but maintained the opacity of the composites after accelerated artificial aging (AAA) regimen.
- The cyanoacrylate maintained the color of Concept and Charisma composites and opacity of all composites after AAA.

REFERENCES

1. Kroetze HJ, Plasschaert AJ, Van't Hof, MA, Truin GJ. Prevalence and need for replacement of amalgam and composite restoration in Dutch adults. *Dent Res*, 1990; 69:1270-1274.
2. Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dent Mater*, 1994; 10:353-362.
3. Davis BA, Friedl KH, Powers JM. Color stability of hybrid ionomers after accelerated aging. *J Prosthodont*, 1995; 4:11-15.
4. Hosoya Y. Five-year color changes of light-cured resin composites: influence of light-curing times. *Dent Mater*, 1999; 15: 268-274.
5. Schulze KO, Marshall SJ, Ganski SA, Marshall GW. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dent Mater*, 2003; 19:612-619.
6. Doray PG, Wang X, Powers JM, Burgess JO. Accelerated aging affects color stability of provisional restorative materials. *J Prosthodont*, 1997; 6:183-188.
7. Lee YK, Powers JM. Combined effects of staining substances on resin composites before and after surface sealant application. *J Mater Sci Mater Med*, 2007; 18:685-691.
8. Soares LE, Cesar IC, Santos CG, De Cardoso AL, Liporoni PC, Munin E, Martin AA. Influence of coffee on reflectance and chemistry of resin composite protected by surface sealant. *Am J Dent*, 2007; 20:299-304.

9. Santerre JP, Shajii L, Leung BW. Relation of dental composite formulations to their degradation and the release of hydrolyzed polymeric-resin-derived products. *Crit Rev Oral Biol Med*, 2001; 12:136-151.
10. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mat*, 2006; 22:211-222.
11. Buchalla W, Attin T, Hilgers R, 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; 87:264-270.
12. Pires-de-Souza FCP, Garcia LFR, Hamida HM, Assirati LC. Color stability of composites subjected to accelerated aging after curing using either a halogen or a light emitting diode source. *Braz Dent J*, 2007; 18:119-123.
13. Janda R, Roulet JF, 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; 113:251-257.
14. Carmichael AJ, Gibson JJ, Walls AW. Allergic contact dermatitis to Bis-GMA dental resin associated with sensitivity to epoxy resins. *Braz Dent J*, 1997; 183:297-298.
15. Nie J, Linden LA, Rabek JF. A reappraisal of the photo polymerization kinetics of TEGDMA initiated by canphoroquinone N,N dimethyl p toluidene for dental purposes. *Acta Polymer*, 1998; 49:145-161.
16. Imazato S, Tarumi H, Kobayashi K, Hiraguri H, Oda K, Tsuchitani Y. Relationship between the degree of conversion and internal discoloration of light-activated composite. *Dent Mat*, 1995; 14:23-30.
17. Øyseaed H, Ruyter IE, Sjøvik Kleven IJ. Release of formaldehyde from dental composites. *J Dent Res*, 1998; 67:1289-1294.

18. Yap AUJ, Lee HK, Sabapathy R. Release of methacrylic acid from dental composites. *Dent Mat*, 2000; 16:172-179.
19. Hansel C, Leyhausen G, Mai UE, Geurtsen W. Effects of various resin composite (co)monomers and extracts on two caries-associated micro-organisms in vitro. *J Dent Res*, 1998; 77:60-67.
20. Rueggeberg FA, Margeson DH. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *J Dent Res*, 1990; 69:1652-1658.
21. Douglas WH, Craig RG. Resistance to extrinsic stains by hydrophobic composite resin systems. *J Dent Res*, 1982; 61:41-43.
22. Satou N, Khan AM, Matsumae I, Satou J, Shintani H. In vitro color change of composite - based resins. *Dent Mater*, 1989; 5:384-387.
23. Khokhar ZA, Razzog ME, Yaman PC. Color stability of restorative resins. *Quintessence Int*, 1991; 22:733-737.
24. Bertrand MF, Leforestier E, Muller M, Lupi-Pegurier ML, Bolla MJ. Effect of surface penetrating sealant on surface texture and microhardness of composite resins. *Biomed Mater Res*, 2000; 53:658-663.
25. Ramos RP, Chinelatti NA, Chinello DT, Dibb N.G. Assessing microleakage in resin composite restorations rebounded with a surface sealant and three low - viscosity resin systems. *Quintessence Int*, 2002; 33:450-456.
26. Bishara SE, Ajlouni R, Oonsombat C, Laffoon J. Bonding orthodontic brackets to porcelain using different adhesives/enamel conditioners: a comparative study. *World J Orthod*, 2005; 6:17-24.
27. Tomlinson SK, Ghita OR, Hooper RM, Evans KE. Monomer conversion and hardness of novel dental cements based on ethyl cyanoacrylate. *Dent Mater*, 2007; 23:799-806.

28. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater*, 2004; 20:530-534.
29. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater*, 1987; 3:246-251.
30. Kim SH, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Metameric effect between dental porcelain and porcelain repairing resin composite. *Dent Mater*, 2007; 23:374-379.
31. Hunter AR, Treasure ET, Hunter AJ. Increases in cavity volume associated with the removal of class 2 amalgam and composite restorations. *Oper Dent*, 1995; 20:2-6.
32. Mitsaki-Matsou H, Karanika-Kouma A, Papadoyiannis Y, Theodoridou-Pahine S. An in vitro study of the tensile strength of composite resins repaired with the same or another composite resin. *Quintessence Int*, 1991; 22:475-481.
33. Lee YK, Lu H, Powers JM. Effect of surface sealant and staining on the fluorescence of resin composites. *J Prosthet Dent*, 2005; 93:260-266.

TABLES

Table1. Tested materials

Material	Manufacturer	Mean particles size	Composition	Batch number
TPH SPECTRUM	DENTSPLY (Petrópolis – RJ – Brazil)	0.8µm – 79% of load in weight	Bis-GMA, boron aluminum silicate and silanized barium, pyrolytic silanized silica, camphoroquinone, EDAB, butylate hydroxytoluene, dyes and minerals	330568
CONCEPT ADVANCED	VIGODENT (Rio de Janeiro – RJ – Brazil)	0.4µm – 77,5% of load in weight	Bis-GMA, UDMA, ester of methacrylic acid, silicato de barium and aluminum silicate	003/06
CHARISMA	HERAEUS KULZER (Gruner Weg, Hanal, Germany)	0.7µm – 61% of load in weight	Bis-GMA, TEGDMA, barium fluoride glass, silice dioxide	010204
BISCOVER	BISCO Inc (Shamburg, IL, USA)	---	20-50% Bis-EMA, 20-40% urethane acrylate ester, 20-40% polietileneglycol	0400008665
FORTIFY	BISCO Inc (Shamburg, IL, USA)	---	Amorphous Silica, Bis-EMA (10-40%), UDMA (20-50%)	0500009569
SUPERBONDER®	HENKEL Ltda. (Itapevi, SP, Brazil)	---	Cyanoacrylate ester.	711598

Bis-GMA - Bisphenol A glycidyl methacrylate; EDAB - Etil 4-N,N-dimethyl amine benzoate; UDMA - Urethane dimethacrylate; TEGDMA - Triethyleneglycol dimethacrylate; Bis-EMA - Ethoxylated Bisphenol-A-Dimethacrylate.

Table 2. Means (standard deviations) of Delta E (2-way ANOVA and Bonferroni's test)

	Control	Fortify	Biscover	Cyanoacrylate
TPH	4.93 (1.71) ^{a, A}	7.96 (0.84) ^{b, A}	11.45 (0.94) ^{c, A}	8.33 (2.88) ^{b, A}
Concept	10.21 (1.98) ^{a, B}	8.02 (0.72) ^{b, A}	12.99 (0.82) ^{c, A}	5.85 (3.98) ^{d, B}
Charisma	8.23 (2.31) ^{a, B}	7.90 (0.69) ^{a, A}	11.56 (0.75) ^{b, A}	3.35 (1.47) ^{c, C}

Different letters (capital letters in the column and lower cases in the line) indicate results significant statistically different ($p < 0.05$)

FIGURES

Fig. 1 – Means (standard deviations) of L*, a* e b* before aging (1-way ANOVA - Tukey).

Fig. 2 – Means of opacity alteration (%) of composites after aging

DENTAL MATERIALS

Official Publication of the [Academy of Dental Materials](#)

Guide for Authors

Guide for Authors

Authors are requested to submit their original manuscript and figures via the online submission and editorial system for Dental Materials. Using this online system, authors may submit manuscripts and track their progress through the system to publication. Reviewers can download manuscripts and submit their opinions to the editor. Editors can manage the whole submission/review/revise/publish process. Please register at: <http://ees.elsevier.com/dema>. Dental Materials now only accepts online submissions.

The Artwork Quality Control Tool is now available to users of the online submission system. To help authors submit high-quality artwork early in the process, this tool checks the submitted artwork and other file types against the artwork requirements outlined in the Artwork Instructions to Authors on www.elsevier.com/artworkinstructions. The Artwork Quality Control Tool automatically checks all artwork files when they are first uploaded. Each figure/file is checked only once, so further along in the process only new uploaded files will be checked.

Manuscripts

The journal is principally for publication of **Original Research Reports**, which should preferably investigate a defined hypothesis. Maximum length 6 journal pages (approximately 20 double-spaced typescript pages) including illustrations and tables.

Systematic Reviews will however be considered. Intending authors should communicate with the Editor beforehand, *by email*, outlining the proposed scope of the review. Maximum length 10 journal pages (approximately 33 double-spaced typescript pages) including figures and tables.

Three copies of the manuscript should be submitted: each accompanied by a set of illustrations. The requirements for submission are in accordance with the "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals", *Annals of Internal Medicine*, 1977, 126, 36-47. All manuscripts must be written in American English. Authors are urged to write as concisely as possible.

The Editor and Publisher reserve the right to make minimal literary corrections for the sake of clarity. Authors for whom English is not the first language should have their manuscripts read by colleagues fluent in English. If extensive English corrections are needed, authors may be charged for the cost of editing. For additional reference, consult issues of *Dental Materials* published after January 1999 or the Council of Biology Editors Style Manual (1995 ed.).

All manuscripts should be accompanied by a **letter of transmittal**, signed by each author, and stating that the manuscript is not concurrently under consideration for publication in another journal, that all of the named authors were involved in the work leading to the publication of the paper, and that all the named authors have read the paper before it is submitted for publication.

Always keep a backup copy of the electronic file for reference and safety.

Manuscripts not conforming to the journal style will be returned. In addition, manuscripts which are not written in fluent English will be rejected automatically without refereeing.

Format

General

- number all pages consecutively.
- type double-spaced on A4 or 8.5 x 11-inch bond paper, with margins of 30 mm.

- double-space references.
- indent or space paragraphs.
- arrange article in the following order: Title, Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements, References, Tables, Figures, Captions.
- start each section on a separate page.

Title page

- Title (capitalize the first letter of the first word) e.g. Comparison of the color stability of ten new composites.
- Authors (first name, middle initial, surname) e.g. Kenneth J. Anusavice 1, Victoria Marker 2
- Authors' addresses (abbreviated) e.g.
1 Department of Biomaterials, University of Florida, Gainesville, Florida, USA
2 Department of Biomaterials Science, Baylor College of Dentistry, Dallas, Texas, USA
- Short Title (45 characters) e.g Color stability of composites
- **Corresponding Author details (essential): Name, complete address, phone, fax, and E-mail numbers**

Abstract (structured format)

- 250 words or less.
- subheadings should appear in the text of the abstract as follows: Objectives, Methods, Results, Significance. (For Systematic Reviews: Objectives, Data, Sources, Study selection, Conclusions). The Results section may incorporate small tabulations of data, normally 3 rows maximum.

Keywords

Up to 10 keywords should be supplied e.g. dental material, composite resin, adhesion.

Introduction

This must be presented in a structured format, covering the following subjects, although actual subheadings should not be included:

- succinct statements of the issue in question;
- the essence of existing knowledge and understanding pertinent to the issue (reference);
- the aims and objectives of the research being reported relating the research to dentistry, where not obvious.

Materials and methods

- describe the procedures and analytical techniques.
- only cite references to published methods.
- include at least general composition details and batch numbers for all materials.
- identify names and sources of all commercial products e.g.
"The composite (Silar, 3M Co., St. Paul, MN, USA)..."
"... an Au-Pd alloy (Estheticor Opal, Cendres et Metaux, Switzerland)."
- specify statistical significance test methods.

Results

- refer to appropriate tables and figures.
- refrain from subjective comments.
- make no reference to previous literature.
- report statistical findings.

Discussion

- explain and interpret data.
- state implications of the results, relate to composition.
- indicate limitations of findings.
- relate to other relevant research.
- suggest directions for future research.

Conclusion (if included)

- must NOT repeat Results or Discussion
- must concisely state inference, significance, or consequences

Acknowledgements

As appropriate, e.g.:

"Based on a thesis submitted to the graduate faculty, University of Virginia, in partial fulfilment of the requirements for the M.S. degree."

"This investigation was supported in part by Research Grant DE 00000 from the National Institute of Dental Research, Bethesda, MD 20892."

References - must now be given **according to the following numeric system**:

Cite references in text in numerical order. Use square brackets: in-line, not superscript e.g. [23]. All references must be listed at the end of the paper, double-spaced, without indents. For example:

1. Moulin P, Picard B and Degrange M. Water resistance of resin-bonded joints with time related to alloy surface treatments. *J Dent*, 1999; 27:79-87.
 2. Taylor DF, Bayne SC, Sturdevant JR and Wilder AD. Comparison of direct and indirect methods for analyzing wear of posterior composite restorations. *Dent Mater*, 1989; 5:157-160.
- Avoid referencing abstracts if possible. If unavoidable, reference as follows:
3. Demarest VA and Greener EH . Storage moduli and interaction parameters of experimental dental composites. *J Dent Res*, 1996; 67:221, Abstr. No. 868.

Tables and figures

All tables and figures must be thoroughly discussed in the text of the manuscript.

Tables

- one table to a page, each with a title.
- number tables in order of mention using Arabic numerals.
- must be able to "stand alone" apart from text.
- when appropriate, standard deviations of values should be indicated in parentheses; (do NOT use $\pm$ notation).
- results of statistical analysis must be included, use superscript letters to indicate significant differences.
- for explanatory footnotes, use symbols (*, #, **, ##).

Figures

- Do not import the figures into the text file but, instead, indicate their approximate locations directly in the electronic text. Images to be supplied separately in jpg, gif or other graphics file.
- only black and white photographs for print publication.
- omit titles and other information contained in the figure caption.
- maximum of 6 figures per manuscript.
- figures grouped together should have similar dimensions and be labelled "a, b, c", etc.
- place magnification markers directly on the micrographs.
- authors should consider that the majority of figures will be reduced to the width of a single column (approximately 85 mm). Preferably figures should exactly match, or be no more than 1.5 times that width.
- authors can indicate if they feel a figure should be full page width.

Dental Materials has been selected for inclusion in a new 'colourful e-products' workflow.

Figures that appear in black and white in the printed version of the journal can be IN COLOUR, online, in ScienceDirect. Authors wishing to make use of this facility should ensure that 1. the artwork is in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and at the correct resolution 2. RGB colourspace is used and 3. for colour online and black and white in print, both colour and black and white artwork (file and/or hardcopy) is provided. **There will be no charges to the authors for colour figures online.**

Graphs

- unique, concise axis labels; do not repeat the Figure caption.
- uniform size for graphs of similar type.
- type size that will be easily read when the graph is reduced to one column width.
- lines that are thick and solid (100% black).

Captions to tables and figures

- list together on a separate page.
- should be complete and understandable apart from the text.
- include key for symbols or abbreviations used in Figures.
- individual teeth should be identified using the FDI two-digit system.

General Notes on Text

Abbreviations and acronyms: terms and names to be referred to in the form of abbreviations or acronyms must be given in full when first mentioned.

Correct Usage

- use S.I. units (International System of Units). If non-SI units must be quoted, the SI equivalent must immediately follow in parentheses.
- use correct symbols for μ , L (as in μm , mL, etc.)
- put leading zeros in all numbers less than 1.0
- write out number of ten or fewer (ten rats) except when indicating inanimate quantities (10 mL)
- always use digits for dates, dimensions, degrees, doses, time, percentages, ratios, statistical results, measurements, culture cells, and teeth.
- the complete names of individual teeth must be given in the text.

General Policy

- receipt of manuscripts will be acknowledged.
- after initial review, authors will be notified of status.
- every effort is made to obtain timely reviews; please remember that the referees and the editor are volunteers.
- a list of revisions and responses to reviewers' critiques must accompany resubmitted revised manuscripts.

On Submission: Agreement, by the act of ticking a box, to the statement, "This paper has been compiled with the knowledge, input and approval of all the named authors."

On acceptance, authors will be required to sign a **transfer of copyright agreement**. If figures, tables, or other excerpts, are included from copyrighted works the author is responsible for obtaining written permission from the copyright holder prior to submitting the final version of the paper. Full credit must be given to such sources.

Offprints and page charges: no page charges are levied on articles published in *Dental Materials*. Each corresponding author receives 25 offprints of their article free of charge after it has been published; they will also have the opportunity to order additional copies.

Submission Package Checklist:

- *letter of transmittal* signed by all authors.
- One electronic copy of the manuscript.
- One electronic copy of each image and table, all labelled.

For further guidance on electronic submission, please contact Author Services, Log-In Department, Elsevier Ltd, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5 1GB, UK.
E-mail: authors@elsevier.co.uk, fax: +44 (0)1865 843905, tel: +44 (0)1865 843900.