

GRECIANA BRUZI BRASIL PINTO

ESTABILIDADE DA COR DE AGENTES CIMENTANTES UTILIZADOS  
PARA FACETAS CERÂMICAS

Florianópolis  
2010

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



GRECIANA BRUZI BRASIL PINTO

ESTABILIDADE DA COR DE AGENTES CIMENTANTES UTILIZADOS  
PARA FACETAS CERÂMICAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Odontologia - Área de concentração: Dentística.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata Gondo Machado

Co-Orientador: Prof. Dr. Luiz Clovis Cardoso Vieira

Florianópolis  
2010

GRECIANA BRUZI BRASIL PINTO

ESTABILIDADE DA COR DE AGENTES CIMENTANTES  
UTILIZADOS PARA FACETAS CERÂMICAS

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ODONTOLOGIA - ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DENTÍSTICA, e aprovada em sua forma final pelo Curso de Pós-Graduação em Odontologia.

Florianópolis, 08 de julho de 2010

---

Prof. Dr. Ricardo de Souza Magini  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia  
da Universidade Federal de Santa Catarina

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Renata Gondo Machado  
Orientadora – UFSC

---

Prof. Dr. Hamilton Pires Maia  
Membro

---

Profa. Dra. Paula Carvalho Cardoso Dell'Antônio  
Membro

---

Prof. Dr. Sylvio Monteiro Junior  
Suplente

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da  
Universidade Federal de Santa Catarina

P659e Pinto, Greciana Bruzi Brasil  
Estabilidade da cor de agentes cimentantes utilizados  
para facetas cerâmicas [dissertação] / Greciana Bruzi  
Brasil Pinto ; orientadora, Renata Gondo Machado. -  
Florianópolis, SC, 2010.

122 p.: il., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-  
Graduação em Odontologia.

Inclui referências

1. Odontologia. 2. Facetas dentárias. 3. Resinas  
compostas. 4. Cerâmica. 5. Percepção de cores. I. Machado,  
Renata Gondo. II. Universidade Federal de Santa Catarina.  
Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU 616.314



### *Aos meus pais...*

Seria clichê, se não fosse tão real, dizer: Amo vocês! De vocês guardo toda a simplicidade, honestidade e amor. Obrigada por me ensinarem o suficiente para ser feliz, meus eternos heróis.

### *Ao meu irmão...*

De você, meu irmão, guardei o jeito leve de viver a vida, a vontade de ser livre, de querer abraçar o Mundo, vivendo sempre intensamente. Amo você pra sempre.

Obrigada por acreditarem, mais do que eu mesma, em mim...

## AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, professora doutora *Renata Gondo*, pela orientação e dedicação excepcionais. Obrigada por ter sido muito além de orientadora, tomando como papel 'mãe' e conselheira. Obrigada pela liberdade, confiabilidade e apoio durante todo este tempo. De você guardei a responsabilidade, a dedicação, a vontade de aprender e o incrível jeito de tornar as coisas simples perfeitas. Obrigada... Minha eterna orientadora.

Agradeço ao co-orientador, prof. Dr. *Luiz Clovis Cardoso Vieira*, por seus valiosos ensinamentos. De você guardei a dedicação pelo trabalho.

Ao prof. Dr. *Luiz Narciso Baratieri*, muito obrigada pela oportunidade, pelas críticas construtivas e por transmitir seus conhecimentos de maneira ímpar. De você guardei a constante vontade de querer mais e o melhor.

Agradeço ao prof. Dr. *Sylvio Monteiro Junior*, de você guardei a vontade de querer ensinar e a vontade de querer que o outro aprenda... Um verdadeiro mestre.

Aos professores doutores *Alfredo Meyer Filho, Cléo Nunes de Souza, Elito Araújo, Edson Medeiros de Araújo, Gilberto Muller Arcari, Guilherme Carpena Lopes, Hamilton Pires Maia, Mauro Amaral Caldeira Andrade, Mirian Marly Becker*, obrigada pela enorme dedicação dispensada a nós mestrandos. Sempre mostrando o caminho ideal. De vocês guardei o carinho.

Aos meus colegas de mestrado, *Adriano, Cássio, Daniel, David e Eduardo*, obrigada por compartilharem comigo

momentos únicos, de alegria, decepção, exaustão, ansiedade, entre outros inúmeros sentimentos que vivemos. Obrigada por terem sido minha família e por me respeitarem. De vocês guardei só as coisas boas.

Aos colegas do doutorado, *Daniel, Juan, Juliana, Júnio, Luana, Marcelo, Max, Neimar, Renan, Sheila, Silvana*, obrigada por compartilhar ensinamentos, risadas e aflições. De vocês guardei o respeito.

Ao colega e amigo *Fábio Andretti*, obrigada pelas dicas, conselhos, ensinamentos e por tornar as horas de trabalho no laboratório um show humorístico. De você guardei a simplicidade, a garra e o suficiente.

A *Jussara*, pelos conselhos, mas em especial um deles, que me fez querer mais do que nunca realizar meu sonho de concluir o mestrado e iniciar o doutorado. De você guardei a alegria na alma mesmo com o corpo e a mente exaustos.

As minhas amigas irmãs *Amanda, Márcia, Emeline, Adriana* e *Vanessa*, obrigada por compreender minha ausência. Obrigada pelos conselhos, pelos puxões de orelha quando não almoço e não durmo direito, por estar me dedicando mais aos estudos do que a vocês. Minhas sinceras desculpas por não poder comparecer na sua formatura (Amanda e Emeline) e obrigada por entenderem isso. Vocês são a família que Deus me permitiu escolher... De vocês guardei e guardo toda cumplicidade, alegria, amor e carinho... Amo vocês!

*"...Enquanto houver você do outro lado, aqui do outro eu consigo me orientar..."*

As minhas alunas e amigas *Débora* e *Larissa*, obrigada por confiarem em mim como a primeira 'orientadora' de inúmeras pesquisas. Parabéns pela vontade de aprender. De vocês guardei o carinho e o saber que não estou sozinha, mesmo tão longe de casa.

A dona *Léa* e ao *Bruno*, obrigada pela ajuda constante. De vocês guardei a fidelidade, a dedicação e o companheirismo.

Ao *Lauro*, obrigada pelas inúmeras ajudas no laboratório de pesquisa.

A secretária da pós, *Ana*, muito obrigada por me receber sempre de boa vontade e com muita educação e carinho.

A *Flávia Barros Delbons Araújo* que emprestou o dispositivo para cimentação, muito obrigada.

A *Maria Neusa* que fez a revisão de português, obrigada pelo carinho, atenção e cuidado com meu trabalho.

A todos meus *familiares, tios e tias, primos e primas e amigos, Daniel, Francisco, Bruna*, que sempre torceram e rezaram muito por mim. De vocês guardei a lealdade.

Ao *Diego*, obrigada por tornar essa etapa da minha vida mais leve. Você trouxe uma tranquilidade imensurável pra minha vida. Meu namorado, amigo, conselheiro, companheiro... Obrigada por dividir comigo todos os momentos de ansiedade, nervosismo, alegria, conquistas. De você guardei o jeito especial de ser...

Ao meu avô *João Bruzzi (in memorian)*, obrigada por ter feito de mim uma pessoa especial pra você. Você foi uma das pessoas mais especiais e incríveis que passaram na minha vida. Desculpa vô por não estar do seu lado na hora da despedida.

Penso em você todos os dias. De você guardei simplesmente TUDO. Eu te amo!



Ao *programa de pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina*, agradeço as inúmeras oportunidades.

A *equipe da dentística*, professores e funcionários, vocês são a combinação exata de humildade e perfeição... De vocês guardei além do orgulho a eterna admiração. Parabéns por serem assim.

A todos e a cada um que esteve presente de alguma maneira durante minha caminhada. Obrigada!

A *Deus* por me mostrar o caminho a seguir. Obrigada por me iluminar, por dar força para suportar a distância das pessoas mais importantes da minha vida. Obrigada por permitir acreditar e confiar nas suas escolhas. Obrigada por me presentear com a realização deste grande sonho!

PINTO, Greciana B.B. **Estabilidade da cor de agentes cimentantes utilizados para facetas cerâmicas.** 2010. p.122. Dissertação (Mestrado em Odontologia- opção: Dentística) – Programa de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## RESUMO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a estabilidade da cor de diferentes agentes cimentantes. Quarenta incisivos bovinos foram selecionados e tiveram suas faces proximais, incisal e a raiz seccionadas e descartadas. Para simulação do preparo, foi realizado o desgaste do esmalte vestibular com lixa de SiC #200. Os espécimes foram, aleatoriamente, divididos em 4 grupos (n=10), de acordo com o agente cimentante: grupo 1, cimento resinoso fotopolimerizável (Variolink II/pasta base); grupo 2, cimento resinoso dual (Variolink II/pasta base e catalisadora); grupo 3, resina flow (Tetric Flow); e grupo 4, resina composta (4Seasons), todos na cor A3. Blocos de cerâmica Vita Mark II foram fatiados, em espessuras de 0,5mm, para simulação da faceta. A mensuração da cor foi realizada com espectrofotômetro (Easyshade) em 4 períodos: 1) previamente a fotoativação; 2) imediatamente, após a fotoativação; 3) 1 semana após cimentação e 4) após envelhecimento por termociclagem (5,000 ciclos a 5/55°C). Os  $\Delta$  de Lab\* não foram significativamente diferentes entre os grupos. Houve tendência crescente para  $+\Delta L^*$  (branco),  $+\Delta a^*$  (vermelho) e  $-\Delta b^*$  (azul) nos tempos analisados. Todos os grupos sofreram alterações significantes em  $\Delta E$  ( $>3,3$ ) durante os períodos avaliados. Os maiores valores foram observados com o cimento dual ( $\Delta E=9,25$ ) e os menores com o cimento fotopolimerizável ( $\Delta E=4,49$ ), ambos após envelhecimento, sendo estatisticamente significante. Os resultados revelaram que os agentes cimentantes apresentam tendência à alteração da cor no decorrer do tempo, sendo o cimento resinoso fotopolimerizável mais estável.

**Palavras-chave:** Facetas dentárias, resinas compostas, cerâmica, percepção de cores.

PINTO, Greciana B.B. **Color stability of dental cements used for ceramic veneer.** 2010. p.122. Dissertation (Master of Science in Dentistry - Operative Dentistry) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

#### ABSTRACT

The purpose of this in vitro study was to evaluate the color stability of different cements agents. Forty bovine incisors were selected and had their proximal faces; incisor and the roots sectioned and then got rid of them. To simulate the preparation the vestibular flat enamel was prepared using sand paper # 200. The specimens were randomly divided into four groups (n=10), according to the cement agent used: Group 1, photo polymerized cement agent (Variolink II / basic paste); Group 2, dual cement resin (Variolink II /paste and cataliser); Group 3, flow resin (Tetric Flow); and Group 4; composite resin (4Seasons) all in the color A3. Porcelain blocks Vita Mark II were sliced into 0.5mm thickness to simulate veneers. The color measurement was done by the spectrophotometer (Easy shade) in four periods: 1) before photo activation; 2) immediately after photo activation; 3) one week after cementation and 4) after aging by thermo cycling (5.000 cycles at 5/55°C). The Lab\* unities were not significantly different among groups. There was an increasing tendency to + $\Delta L^*$  (white), + $\Delta a^*$  (red) and - $\Delta b^*$  (blue) in the analyzed times. All groups suffered significant changes in  $\Delta E$  (>3.3) during the evaluated periods. The higher values were observed in the dual cement ( $\Delta E=9.25$ ) and the lower in the photopolymerizable cement ( $\Delta E= 4.49$ ), both after aging, been statistically significant. The results showed that the cement agents had a tendency to alter the color with the time, been the photopolymerizable cement resin more stable.

**Key words:** Dental veneers, composite resins, ceramics, color perception.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Dente bovino selecionado.	62
<b>Figura 2-</b> Dente bovino durante a secção.	62
<b>Figura 3 A-C-</b> Dente bovino, antes e após, a secção das faces proximais e incisal.	62
<b>Figura 4-</b> Preenchimento da câmara pulpar com resina.	63
<b>Figura 5-</b> Confeção da base palatal de resina composta.	63
<b>Figura 6 A-D-</b> Planificação da superfície vestibular. (A) Espécime fixado em dispositivo para realização do desgaste. (B) Desgaste da superfície vestibular com lixa SiC #200 (C e D) Espécimes preparados.	64
<b>Figura 7-</b> Mensuração da espessura da fatia.	65
<b>Figura 8-</b> Polimento da cerâmica.	65
<b>Figura 9-</b> Identificação da cerâmica.	65
<b>Figura 10 a 14-</b> (10) Inserção da faceta em silicón de adição. (11) Aplicação do ácido fluorídrico. (12) Lavagem do ácido (13) Banho de Ultra-som (14) Aplicação do silano.	66
<b>Figura 15 A-C-</b> (A e B) Condicionamento do esmalte com ácido fosfórico (C) Aspecto após a lavagem da superfície.	67
<b>Figura 16 A-G-</b> Grupo 1 Cimento resinoso (base/fotopolimerizável) (A) Aplicação do sistema adesivo na peça cerâmica (B) Aplicação do sistema adesivo no substrato (C) Aplicação do cimento na superfície interna da cerâmica (D) Posicionamento da peça cerâmica (E) Posicionamento do espécime na dispositivo para controle da espessura cerâmica (F) Remoção de excessos (G) Fotopolimerização.	

.....	69
<b>Figura 17 A-F-</b> Grupo 2 : (A) Aplicação do sistema adesivo dual (DSC) na cerâmica (B) Aplicação do sistema adesivo no substrato (C) Aplicação do cimento resinoso (D) Posicionamento da peça (E) Remoção de excessos (F) Fotopolimerização final.	
.....	71
<b>Figura 18 A-F-</b> Grupo 3 (A) Resina Flow (B) Aplicação do sistema adesivo na cerâmica (C) Aplicação de sistema adesivo no substrato (D) Aplicação da resina flow (E) Posicionamento do espécime no dispositivo (F) Fotopolimerização.	
.....	72
<b>Figura 19 A-D-</b> Grupo 4 (A) Resina composta (B) Aplicação do adesivo na faceta (C) Aplicação do adesivo no substrato (D) Aplicação da resina composta (E) Remoção de excessos.	
.....	73
<b>Figura 20-</b> Armazenamento dos espécimes.	
.....	74
<b>Figura 21-</b> Esquema CIELab*.	
.....	76
<b>Figura 22-</b> Confeção da guia de silicone para padronização do local de avaliação da cor.	
.....	77
<b>Figura 23-</b> Leitura da cor com espectrofotômetro (Easyshade).	
.....	77

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Comparação de valores médios dos $\Delta$ de cada período, segundo o grupo. .....	88
<b>Tabela 2-</b> Comparação de valores médios dos $\Delta$ dos grupos, segundo os períodos. .....	90
<b>Tabela 3-</b> Dados de $L^*$ obtidos nos diferentes períodos para os 4 grupos. .....	116
<b>Tabela 4-</b> Dados de $a^*$ obtidos nos diferentes períodos para os 4 grupos. .....	118
<b>Tabela 5-</b> Dados de $b^*$ obtidos nos diferentes períodos para os 4 grupos. .....	120
<b>Tabela 6-</b> Médias e desvios-padrão dos valores $a$ , $b$ e $L$ em cada período, segundo o grupo. .....	122

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-</b> Valores de $\Delta L$ dos grupos, nos períodos de avaliação após fotoativação. .....	80
<b>Gráfico 2-</b> Valores de $\Delta L$ dos grupos, nos períodos de avaliação após fotoativação. Comparação entre os grupos. .....	81
<b>Gráfico 3-</b> Valores de $\Delta a$ dos grupos, nos períodos de avaliação após fotoativação. .....	82
<b>Gráfico 4-</b> Valores de $\Delta a$ dos grupos, nos períodos de avaliação após fotoativação. Comparação entre os grupos. .....	83
<b>Gráfico 5-</b> Valores de $\Delta b$ dos grupos, nos períodos de avaliação após fotoativação. .....	84
<b>Gráfico 6-</b> Valores de $\Delta b$ dos grupos, nos períodos de avaliação após fotoativação. Comparação entre os grupos. .....	85
<b>Gráfico 7-</b> Valores de $\Delta E$ dos grupos, nos períodos de avaliação após fotoativação. .....	86
<b>Gráfico 8-</b> Valores de $\Delta E$ dos grupos, nos períodos de avaliação após fotoativação. Comparação entre os grupos. .....	87

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1-</b> Descrição do material utilizado na pesquisa e respectiva composição de acordo com o fabricante. .....	60
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

PAC	Arco de plasma
SiC	Carbeto de Silício
cm	Centímetros
CAD/CAM	Construção com auxílio do computador/ Produção auxiliada por computador
b*	Coordenada colorimétrica representante de azul (-) e amarelo (+) no sistema CIELab*
L*	Coordenada de luminosidade do sistema CIELab*
a*	Coordenada colorimétrica representante de verde (-) e vermelho (+) no sistema CIELab*
$\Delta$	Delta
FTIR	Espectroscopia de infravermelho
EUA	Estados Unidos da América

Fig	Figura
Graf	Gráfico
°C	Graus Celsius
°	Graus
g	Gramas
h	Horas
LED	Luz Emitida por Diodo
HA	Luz Halógena
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
µm	Micrometro
mm	Milímetros
min	Minutos
nm	Nanometros

SPSS Pacote estatístico para as ciências sociais

---

% Por cento

---

rpm Rotação por minuto

---

s Segundos

---

USPHS Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos

---

Tab Tabela

---

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	22
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	24
2.1 Facetas.....	24
2.2 Agentes cimentantes.....	30
2.3 Estabilidade da cor.....	39
2.4 Métodos de avaliação da cor.....	46
2.5 Envelhecimento artificial.....	52
<b>3 PROPOSIÇÃO</b> .....	59
<b>4 MATERIAL E MÉTODO</b> .....	60
4.1. Material.....	60
4.2. Método.....	62
4.2.1 Confeção dos substratos.....	62
4.2.2 Confeção das fatias cerâmicas.....	64
4.2.3 Tratamento da superfície da cerâmica.....	66
4.2.4 Tratamento do substrato.....	67
4.2.5 Formação e distribuição das amostras.....	67
4.2.6 Termociclagem.....	75
4.2.7 Mensuração da cor.....	75
Análise estatística.....	79
<b>5 RESULTADOS</b> .....	80
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	92
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	101
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	102
<b>APÊNDICE</b> .....	112

## 1 INTRODUÇÃO

Dentes com alterações morfológicas e cromáticas, muitas vezes, necessitam de intervenções odontológicas devido à insatisfação estética do paciente. Dentre os tratamentos restauradores, a primazia é por tratamentos mais conservadores.

O tratamento restaurador com facetas cerâmicas tem revelado eficiência em relação à longevidade, preservação da estrutura dentária e estética. Entretanto, o seu sucesso clínico depende não somente da aptidão profissional, mas também, das propriedades apresentadas pelo material restaurador sendo, o conjunto formado pela cerâmica e pelo agente cimentante influente no resultado final.

Entre os diversos tipos de materiais cimentantes os mais recomendados, são os cimentos resinosos, por apresentarem propriedades mecânicas favoráveis (FURUKAWA; INAI; TAGAMI, 2002) e longevidade prolongada (KATOH *et al.*, 2009). Para cimentação de facetas, geralmente, é recomendado os cimentos fotopolimerizáveis (BARATIERI *et al.* 2008). Entretanto, alguns autores também justificam a utilização de cimentos duais, resinas compostas híbridas e flow para cimentação de facetas (ROSENSTIE; LAND; CRISPIN, 1998; MAGNE *et al.*, 2000; LAYTON; WALTON, 2007; MAGNE; KNEZEVIC, 2009), por demonstrarem boas propriedades ópticas e mecânicas.

Além das distintas características, estes agentes (KUMBULOGLU *et al.*, 2004) apresentam comportamento diversificado em relação à estabilidade da cor, quesito muito importante, uma vez que o agente cimentante influencia diretamente no resultado final das facetas (BARATH *et al.*, 2003). Essa propriedade é dependente de inúmeros itens, tais como a composição do material, o tempo de cura, o modo de cura e as condições de envelhecimento (JANDA *et al.*, 2007). Essa

alteração pode influenciar no resultado final de restaurações cerâmicas de modo perceptível (KUCUKESMEN *et al.*, 2008; KARAAGACLIOGLU *et al.* 2008). Portanto, é imprescindível conhecer as propriedades dos materiais, bem como a estabilidade da cor, para uma seleção adequada, minimizando efeitos adversos que podem influenciar negativamente no resultado final da restauração.

Essa imprevisibilidade torna o entendimento com relação à influência do agente cimentante na estabilidade da cor da faceta, uma questão extremamente importante. Portanto, esse trabalho tem a finalidade avaliar a estabilidade da cor de diversos agentes cimentantes utilizados para cimentação de facetas cerâmicas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA<sup>1</sup>

### 2.1 Facetas

Peumans *et al.* (1998), verificaram, em avaliação clínica, que as facetas feldspáticas apresentam índice de excelência de 93% em 5 anos, com 100% de retenção e 100% de satisfação estética. Os outros 7% foram associados a falhas como fratura, microinfiltração e reação pulpar. Fradeani (1998), em acompanhamento clínico de 6 anos, também obteve elevado índice de sucesso (98,8%) ao realizar 83 facetas cerâmicas conservadoras em 21 pacientes.

Dumfahrt e Schäffer (2000) acompanharam durante 10 anos o resultado de 191 restaurações de facetas cerâmicas, no que diz respeito à qualidade clínica e resposta gengival. Foram confeccionadas réplicas das restaurações com resina epóxica para avaliar a distância entre término da faceta e gengiva. As falhas analisadas foram classificadas em: perda da faceta, fratura e disfunção. Durante o período de acompanhamento, somente 4% das restaurações apresentaram falhas, sendo correlacionadas com preparos envolvendo margens em dentina. A recessão gengival foi observada em 31% dos casos, entretanto, sem prejuízo à estética. A análise estatística estimou 97% de sobrevivência em 5 anos e 91% em 10,5 anos para este tipo de restauração. O tratamento conservador com facetas cerâmicas promoveu excelente estética associado à conservação de estrutura dentária.

Layton e Walton (2007) avaliaram o desempenho clínico de 304 facetas cerâmicas. Foram selecionados 100 pacientes com idade média de 41 anos. Cada paciente recebeu de 1 a 20 restaurações. O preparo foi realizado com margens chanfradas, redução incisal de 1-2mm; *overlap* na palatal e redução vestibular de 0,5-0,7mm. Os preparos foram avaliados e aqueles que apresentavam exposição maior do que 20% em dentina foram descartados. As restaurações foram confeccionadas com cerâmica feldspática por um único operador e cimentadas com cimento dual (Vision 2, Mirage Dental Systems). Foram avaliados sucesso (quando não precisou de retratamento); sobrevivência

<sup>1</sup> Baseado na NBR 10520: 2002 da ABNT.

(quando não pode ser avaliado pelo operador, porém, o paciente declarou não ter havido necessidade de retratamento); desconhecido (quando o paciente não foi encontrado); morte (quando o paciente faleceu); reparo (quando houve necessidade de algum tipo de reparo) e falha (quando parte ou toda restauração foi perdida). A taxa de sobrevivência foi de 96% em 5-6 anos; 93% em 10-11anos e 16% em 15-16 anos. Facetas cerâmicas, aderidas a esmalte, apresentaram alta taxa de sobrevivência.

Katoh *et al.* (2009) avaliaram o desempenho clínico de facetas cerâmicas durante 20 anos. A investigação abrangeu critérios como: cor, adaptação marginal, rugosidade de superfície, reação pulpar, descoloração marginal, fratura incisal, perda da faceta, recessão gengival e lesão cariosa recorrente. As restaurações foram realizadas em uma paciente de 16 anos, que apresentavam descoloração por tetraciclina. O sistema cerâmico utilizado foi o Cosmo Tech System (Feldspática, GC Corp, Tokyo, Japão). As avaliações foram realizadas através de fotografias e réplica das arcadas. Após 20 anos, houve pouca alteração nos critérios de avaliação, exceto para a recessão gengival, que apresentou aumento de 0,3-0,7mm em 10 anos, 0,5-1,1mm em 15 anos e 0,7-1,1mm em 20 anos, havendo estabilização entre 15 e 20 anos. Apesar do aumento da exposição dentária com o tempo, os autores concluíram que as facetas são tratamentos favoráveis.

Como verificado na maioria dos artigos, a vantagem principal da faceta é o preparo conservador, preferencialmente, restrito ao esmalte, garantindo o sucesso do tratamento.

Ferrari; Patroni; Balleri (1992) mensuraram a espessura do esmalte vestibular de dentes anteriores, com o objetivo de determinar a extensão ideal de um preparo para faceta cerâmica. Foram selecionados 114 dentes, superiores e inferiores, entre eles incisivos centrais, laterais, caninos, pré-molares. As coroas foram seccionadas no sentido longitudinal e a espessura de esmalte foi mensurada nos terços cervical, médio e incisal com auxílio de paquímetro digital. A maior espessura foi observada no terço incisal, variando entre 1,0-2,0mm, seguido dos terços

médio (0,6-1,0mm) e cervical (0,3-0,5mm). Os autores indicam uma redução de 0,5mm de esmalte vestibular para preparos de faceta cerâmica, exceto para o terço cervical.

Calamia (1985) sugeriu, com base em avaliações clínicas, que preparos conservadores para facetas cerâmicas podem ser realizados com desgaste entre 0,5mm no terço cervical e 0,5 a 1,0mm no terço incisal. O autor relatou que o desgaste mínimo pode proporcionar excelente resultado estético, saúde gengival e confirmou a eficácia do condicionamento ácido da cerâmica na retenção de facetas.

Aristidis e Dimitra (2002) avaliaram a longevidade de restaurações facetas. Cento e oitenta e seis dentes foram preparados para faceta cerâmica. O desgaste vestibular foi de 0,3-0,5mm e incisal de 0,5mm. A cerâmica de escolha foi a feldspática, reforçada com 15% de óxido de alumínio. Como agente cimentante, os autores utilizaram Variolink II (Ivoclar Vivadent). Durante o período de 5 anos, uma vez por ano, os pacientes foram reavaliados quanto a estética, fratura, integridade marginal, tolerância gengival, alteração da cor na margem e infiltração. Duas fraturas passíveis de reparo foram observadas. Outras duas apresentaram alteração da cor na margem, devido ao manchamento do cimento. A estética, a cor e a rugosidade foram consideradas excelentes. Após 5 anos, houve 100% de retenção, sendo 98,4% das restaurações aceitáveis.

Peumans *et al.* (2004) acompanharam, clinicamente, o desempenho de facetas cerâmicas confeccionadas em dentes ântero-superiores. Foram realizadas 87 restaurações facetas em 25 pacientes, com idade entre 19-69 anos. As espessuras dos preparos variaram entre 0,4 e 0,7mm de desgaste, de acordo com o posicionamento e grau de escurecimento do dente. As facetas foram confeccionadas com cerâmica feldspática. O substrato e superfície cerâmica foram preparados para a etapa de cimentação. A avaliação das restaurações foi realizada imediatamente e após 5 e 10 anos. Os critérios de avaliação foram: estética, cor e rugosidade; integridade marginal, adaptação, retenção, cárie secundária e infiltração; vitalidade

pulpar; fratura e satisfação do paciente. Além disso, as restaurações foram classificadas em satisfatórias e insatisfatórias, passíveis de reparo ou com necessidade de substituição. Treze pacientes estavam muito satisfeitos com o resultado estético após 10 anos. A porcentagem de fratura da restauração foi crescente, 4% em 5 anos e 34% em 10 anos, entretanto, 23% eram passíveis de reparo. A adaptação foi reduzida de 4% em 5 anos para 14% em 10 anos. Três dentes apresentaram necessidade de tratamento endodôntico, durante o período de avaliação. Em resumo, a aceitabilidade do tratamento foi de 92% em 5 anos e 64% em 10 anos, o que leva a conclusão, segundo os autores, que este tipo de restauração apresenta bom desempenho ao longo o tempo.

Em relação à vantagem estética, vários fatores irão contribuir para o resultado final, entre eles a espessura da cerâmica.

Đozić *et al.* (2003) avaliaram a influência de diferentes espessuras de cerâmicas, opacas e translúcidas, na cor final de restaurações CAD/CAM. Foram confeccionados discos para simulação de material de preenchimento com 0,7mm de espessura. Discos cerâmicos, opaco e translúcido, variaram de 0,25; 0,50; 0,75 e 1,0mm de espessura, com opaco posicionado sempre entre o material de preenchimento e faceta (translúcido). A combinação das camadas resultava, sempre, em espessura de 1,0mm. As cerâmicas avaliadas foram: Synthoceram; Sintagon Plus translúcido e opaco, nas cores A1, A2 e A3. A relação da cor foi observada com espectrofotômetro. Os valores de  $L^*$  foram maiores para a cor A1, em todos os grupos. O aumento da espessura da camada opaca aumentou o valor de  $L^*$  com a cor A1, por outro lado, o  $L^*$  da cor A2 não foi influenciado pela espessura da camada opaca, e ainda, a cor A3 apresentou diminuição do  $L^*$  com o aumento da espessura opaca. A mudança na coordenada  $a^*$  causou efeito avermelhado para A2 e A3, o mesmo não foi observado em A1, talvez pela menor quantidade de pigmento vermelho presente nesta cor. Os valores de  $b^*$  aumentaram para todas as cores, com o aumento da espessura da camada opaca. Este estudo comprovou que a

espessura da camada de cerâmica influencia na cor final, em parte, devido à translucidez e à espessura da cerâmica.

Com o propósito de avaliar a capacidade de mascaramento da cor de fundo de diferentes cerâmicas Chu; Chow; Chai (2007) confeccionaram discos de 8mm de diâmetro e 0,7mm de espessura. Foram testadas Procera (n=8); Empress 2 (n=8) e Vitadur Alpha (n=10), na cor A2. A luminosidade e cor foram observadas pelo sistema CIELab\*, com os discos posicionados sobre fundo preto ou branco. A capacidade de mascarar do fundo foi representada por  $\Delta E$  e a luminosidade, pelo cálculo de  $L^*$  com os 2 fundos. Procera e Empress 2 apresentaram maior capacidade de mascaramento comparado com Vitadur Alpha. Contudo, o efeito de mascaramento não foi total, o que contra indicou estes sistemas cerâmicos para dentes com alteração da cor severa.

Charisis *et al.* (2006), em seu estudo, tiveram como objetivo verificar o efeito da cor do fundo no resultado final de facetas cerâmicas. Cinquenta discos de Vita Alpha (feldspática) para dentina, com 10mm de diâmetro e 2,0mm de espessura foram confeccionados para simulação da cor de fundo. Duas cores foram selecionadas, uma para representar dente escurecido (5M1) e uma para dente sem alteração de cor (2M2). Outros 50 discos foram confeccionados para simulação da restauração de facetas cerâmicas, variando sua espessura em 0,7mm de espessura para Vitadur Alpha na cor 2M2 (n=10); 0,4mm de espessura para In-ceram Spinell, infiltrada com vidro, na cor 2M2 (n=20) e 0,4mm de espessura para In-ceram Alumina, infiltrada com vidro, na cor 2M2 (n=20). Os espécimes foram divididos em 5 grupos de acordo com combinação da cor de fundo e da cor da faceta (n=10): In-Ceram Spinell 2M2 foi aderido ao disco Vitadur Alpha 2M2 e, In-Ceram Spinell 5M1 sobreposto ao disco Vitadur Alpha 5M1; In-ceram Alumina 2M2 foram sobrepostos aos discos Vitadur Alpha 2M2 e, In-Ceram Alumina 5M1, unidos ao Vitadur Alpha 5M1. Como controle foi utilizado a cor de fundo igual à cor da restauração cerâmica (Vita Alpha 2M2 em fundo 2M2). Um cimento dual foi utilizado (Panavia F light, Kuraray). A cimentação foi realizada com dispositivo para padronizar a linha de cimentação (com

750g/cm<sup>2</sup>). A mensuração da cor foi realizada com espectrofotômetro Easyshade, considerando  $\Delta E \geq 3,7$ . A cerâmica In-ceram Alumina apresentou maiores valores de L\* quando o fundo foi 2M2, comparado com In-ceram Spinell. Ainda, Spinell apresentou coloração acinzentada quando avaliada em fundo 5M1. As cerâmicas apresentaram carência de a\* quando observadas em fundo claro, por outro lado, foram observados maiores valores de a\* com fundo escuro. Além disso, b\* apresentou ausência de amarelo. O fundo afetou a cor final da restauração de faceta cerâmica.

Koutayas e Charisis (2008) testaram a capacidade de mascaramento de diferentes materiais de preenchimento, In-Ceram Alumina e Spinell e o modo de infiltração de vidro, em facetas para dentes escurecidos. Discos de 10mm de diâmetro e 2mm de espessura de cor 5M1 foram confeccionados para simular dentina escurecida (como fundo). Outros cinquenta discos foram confeccionados de In-Ceram Alumina e Spinell, para simular facetas cerâmicas. Metade dos espécimes foram infiltrados a vácuo e a outra metade não. Como controle, foram utilizados fundo e faceta nas cores 2M2. As facetas foram cimentadas, infiltradas pelos 2 métodos, com cimento dual Panavia F light por meio de um dispositivo apropriado. As cores foram avaliadas com espectrofotômetro (Easyshade). Todos os grupos apresentaram mudança da cor comparada com o grupo controle. Os maiores valores de  $\Delta E$  foram observados com Spinell (7,3 a vácuo e 7,2), enquanto Alumina apresentou valores inferiores (5,8 a vácuo e 6,2). O material de preenchimento teve efeito significativo na cor final da restauração. O modo de infiltração não influenciou de modo significativo na cor da faceta, entretanto, Alumina mostrou melhor capacidade de mascaramento quando infiltrada a vácuo.

## 2.2 Agentes cimentantes

O resultado final da cor de facetas cerâmicas é uma combinação de fatores diversos, tais como: a cor do substrato e a espessura da faceta (RUYTER; NILNER; MOLLER, 1987; HILGERT, 2009).

O material de cimentação exerce grande influencia no resultado estético, sendo os cimentos resinosos os mais utilizados para cimentação de facetas cerâmicas.

Os cimentos resinosos apresentam determinadas alterações específicas em sua composição que os diferem das resinas compostas, uma delas é a menor quantidade de carga inorgânica. Assim como as resinas, estes materiais contêm uma matriz orgânica composta por Bis-GMA (Bisfenol A-metacrilato de glicidila), UDMA (Uretano dimetacrilato) e/ou Teg-DMA (trietileno glicol dimetacrilato). As propriedades físicas, mecânicas e biológicas destes materiais abrangem alta adesividade ao substrato dentário, baixo grau de solubilidade, boa compatibilidade com os tecidos bucais, entre outras (KINA; BRUGUERA, 2008).

Em estudo *in vitro*, Peumans *et al.* (1999) investigaram a ultraestrutura de restaurações cerâmicas e da estrutura dentária. A pesquisa foi dividida em 3 etapas de observação. Para análise da cerâmica feldspática (GC Cosmotech Porcelain, GC, Tokyo, Japão), 4 discos de 10mm de diâmetro e 1mm de espessura foram confeccionados. A restauração foi removida do refratário com jateamento de partículas de vidro de 110 $\mu$ m de tamanho seguido de banho em ultra som durante 10 min. Os discos cerâmicos foram divididos de acordo com o tratamento de superfície: 1)sem tratamento; 2) condicionamento com ácido hidrofúorídrico 9,5% (60s), lavados durante 60s e seco; 3) mesmas etapas do 2, com adição de banho de ultra som em água destilada durante 10min e 4) mesmas etapas do 3, com aplicação de silano. Foram selecionados 7 caninos superiores

extraídos para avaliação da estrutura dental. Os dentes tiveram a superfície vestibular reduzida em 0,3 a 0,7mm; 1,0-2,0mm no terço incisal e chanfro na palatal (2-3mm). Em 3 dentes, o preparo foi localizado todo em esmalte e em 4, com dentina exposta na cervical. Os dentes foram condicionados com ácido fosfórico 35% por 20s, lavados e preparados para observação em MEV. Doze restaurações foram confeccionadas em incisivos e caninos superiores extraídos. Os dentes foram preparados para receber as facetas. A restauração foi condicionada com ácido hidrofúorídrico 9,5% por 60s e lavada pelo mesmo tempo, em seguida foi realizado banho com ultra som durante 10min em água destilada seguida de aplicação do silano. Três estratégias adesivas foram avaliadas: ScotchBond Multi Purpouse, fotopolimerizável (3M ESPE) e ScotchBond Multi Purpouse Plus, dual e químico (3M ESPE). O cimento resinoso (Opal Luting-3M ESPE) foi fotoativado durante 4min. Os dentes foram seccionados no sentido méso-distal, obtendo 3 seguimentos e no sentido cervico-incisal, obtendo 2 fragmentos para avaliação em MEV. O condicionamento durante 60s com ácido hidrofúorídrico proporcionou microretenções na estrutura cerâmica, e os fragmentos obtidos por esta etapa foram possíveis de serem removidos com banho de ultra som. Além disso, a aplicação do sistema silano não modificou o padrão de condicionamento da cerâmica. A observação da estrutura dental apresentou diferentes padrões de condicionamento na região cervical, com menor potencial de impregnação do cimento, o que pode contribuir para baixo selamento marginal de tal região. A interface cimentante revelou camada relativamente espessa em todos os espécimes, sendo de aproximadamente 100µm na região cervical e 300µm nas margens gengivo-proximal. Além disso, as fotomicrografias revelaram penetração micromecânica do cimento em dente e cerâmica tratados, o que explica os altos índices de retenção destas restaurações *in vivo*. Não houve diferença entre os sistemas adesivos testados. Os autores concluíram que a profunda interdigitação entre cimento/dente e cimento/cerâmica podem garantir boa retenção de facetas cerâmicas.

Burke *et al.* (2002) analisaram, por meio da revisão da literatura, o efeito da tecnologia adesiva no sucesso de

restaurações cerâmicas. Os autores avaliaram pesquisas *in vitro* e *in vivo*. As avaliações *in vivo* demonstraram baixo índice de falha e excelente vedação na interface cimentante. Além disso, os autores observaram que o uso da técnica adesiva para restauração cerâmica foi capaz de aumentar a resistência à fratura, comparado àquelas cimentadas com ionômero de vidro ou fosfato de zinco. Em conclusão, cimento resinoso parece ser uma boa opção para cimentação de restaurações cerâmicas.

Aykor e Ozel (2009) compararam, a longo prazo, o desempenho de facetas cerâmicas cimentadas com sistema adesivo autocondicionante e de condicionamento total combinado com resina híbrida. Foram selecionados 30 pacientes, nos quais, um total de 300 restaurações foram realizadas. Os pacientes foram divididos, aleatoriamente, de acordo com o sistema adesivo: grupo 1 (n=15) - facetas cimentadas com sistema adesivo de condicionamento ácido total (Scotch Bond MultiPurpose Plus, 2M ESPE) e grupo 2 (n=15) - facetas cimentada com sistema adesivo autocondicionante (AdheSE, Ivoclar Vivadent). O preparo dental foi realizado com desgaste vestibular de aproximadamente 0,75mm. As facetas foram realizadas com IPS Empress 2. O substrato dental e a cerâmica foram preparados para cimentação e uma resina híbrida (Z100, 3M ESPE) foi selecionada como agente cimentante. As avaliações foram realizadas em 1, 2 e 5 anos pelos critérios modificados da United States Public Health Service (USPHS). A comparação entre os sistemas adesivos não apresentou diferença significativa. Com o alto índice de sucesso, os autores concluíram que os 2 sistemas adesivos são capazes de garantir sucesso clínico de facetas de cerâmica a longo prazo.

Para cimentação de facetas, os cimentos mais investigados são: fotoativados, resina composta, resina flow (MAGNE e BELSER, 2003) e cimento dual (Fradeani; Redemagni; Corrado, 2005; Stappert *et al.*, 2005).

Addison, Fleming (2004) observaram, através de teste flexural, que a cimentação de facetas cerâmicas, com cimento resinoso, é capaz de aumentar a resistência destas

restaurações. Os autores associaram este resultado à contração de polimerização do material resinoso, que gera tensão de compressão na superfície da cerâmica e, como consequência, aumenta a resistência da faceta.

Em avaliação clínica, Fradeani; Redemagni; Corrado (2005) observaram o desempenho de 182 facetas cerâmicas (143 Empress e 39 Feldspática-técnica refratário) cimentadas entre 1991 e 2002. O preparo abrangeu desgaste vestibular, 0,3-0,6mm no terço cervical e 0,8-1,0mm no terço médio e incisal, e redução incisal de 2mm. Um agente cimentante dual foi utilizado para fixação das restaurações (Variolink; Opal Luting Cement, Ivoclar Vivadent). Foram observadas 5 fraturas (5,6%), sendo 3 reparáveis. A cor, os aspectos da cerâmica, a integridade marginal e o manchamento marginal foram classificados como sendo aceitáveis. A taxa de sobrevivência destas restaurações foi de 94,4% em 12 anos.

Stappert *et al.* (2005) compararam a resistência à fratura e a taxa de sobrevivência de 4 preparos para faceta cerâmica. Oitenta incisivos centrais extraídos foram divididos em 5 grupos: grupo 1, controle, dente natural sem preparo; grupo 2, preparo para faceta em esmalte; grupo 3, preparo para faceta em esmalte com extensão na região do ponto de contato, grupo 4, preparo para faceta em dentina e grupo 5, preparo em dentina com extensão na região de contato proximal. A redução dos preparos em esmalte foi de 1mm e em dentina de 2mm. As restaurações foram confeccionadas e cimentadas com cimento resinoso Variolink II. As raízes foram recobertas com tecido periodontal artificial e fixados em angulação de 135° entre o longo eixo e a superfície horizontal. Os espécimes foram envelhecidos com ciclos térmicos e de carga. Todas as falhas ocorreram na raiz, nenhuma falha foi observada em outra área do dente ou em faceta. O mesmo padrão de falha foi observado para o grupo controle, demonstrando falha da estrutura dentária e não do preparo. Os valores de resistência para os preparos em esmalte e dentina foram superiores às forças oclusais observadas na boca (611,88 e 523,41N respectivamente). O cimento Variolink II mostrou ser uma boa opção para cimentação deste tipo de

restauração. O tipo de preparo não influenciou na longevidade e resistência das facetas cerâmicas.

Linden *et al.* (1991) avaliaram a influência da transmissão e do tempo de exposição de luz através de restaurações cerâmicas, com diferentes opacidades, na dureza de cimentos resinosos. A opacidade da cerâmica variou de 25, 50 e 75%. Os cimentos analisados foram: Porcelite (híbrido- Kerr/Sybron) e Heliolink (microparticulado- Vivadent), ambos no modo fotoativado e dual. Uma matriz com 5 mm de diâmetro e 0,75 mm de espessura foi preenchida com os materiais cimentantes e, posteriormente, recoberta por uma tira de poliéster e os diferentes discos cerâmicos. A exposição de luz variou de 30, 60, 90 ou 120s. Antes do teste de dureza, as cerâmicas foram removidas. O teste de microdureza Knoop foi realizado após 30min e 24h. De acordo com os resultados, a opacidade não afetou negativamente a dureza do agente cimentante. O cimento híbrido dual apresentou maior valor de dureza comparado com o fotoativado. Entretanto, foi possível aumentar os valores de dureza dos cimentos fotoativados com maior tempo de exposição à luz.

El-Badrawy e El-Mowafy (1995) avaliaram a capacidade de polimerização de cimentos duais, com e sem exposição à luz através de cerâmicas. Foram analisados 7 cimentos: Dicor MGC (Caulk-Dentsply Intern. Inc.); Dual cement (Vivadent); Duo cement (Coltene AG); Indirect Porcelain System (3M ESPE); Porcelite Dual Cure (Kerr); Sono-Cem (Espe Fabrik Pharmzeutischer) e Twinlook (Heraeus Kulzer GmbH). O experimento foi dividido em 2 etapas: na primeira etapa, discos de 2,5mm de espessura e 6mm de diâmetro foram confeccionados, com e sem exposição à luz ativadora, para teste de microdureza nos intervalos de 1h, 24h e 1 semana após confecção. Entre os intervalos, os espécimes foram armazenados na ausência de luz. Na segunda etapa foi avaliada a dureza dos compósitos polimerizados através de cerâmicas de diferentes espessuras (1, 2, 3, 4, 5 e 6mm). Previamente à fotoativação, as cerâmicas foram posicionadas sobre o cimento. Metade dos espécimes foram expostos à luz ativadora e a outra metade não. A ausência de luz provocou menor valor de dureza

para os cimentos, comparado aos fotoativados. O aumento da distância de polimerização, representado por discos cerâmicos de diferentes espessuras, reduziu significativamente os valores de dureza para cimentos de cura dual.

Meng; Yoshida; Atsuta (2008) verificaram a influência da espessura da cerâmica nas propriedades mecânicas de cimentos resinosos duais. Os cimentos selecionados foram: Linkmax HV (GC); Nexus 2 (Kerr) e Variolink II HV (Ivoclar-Vivadent). Blocos cerâmicos na cor A3 e com espessuras entre 1,05; 2,05 e 3,05mm foram confeccionados para simulação da restauração. Os cimentos foram manipulados de acordo com as instruções do fabricante. Os cimentos foram irradiados com a ponteira em contato com a superfície da cerâmica, com distâncias entre ponteira e cerâmica de 1, 2, e 3mm ou sem irradiação de luz. Os espécimes foram testados quanto à resistência flexural, módulo de elasticidade e microdureza. A resistência flexural foi variada entre os cimentos avaliados. Linkmax HV e Nexus 2 não apresentaram diferença entre os diferentes modos de irradiação. Por outro lado, o Variolink II HV revelou baixa resistência flexural com distância de 3mm. O maior módulo de elasticidade foi obtido sem distância entre a ponteira e a cerâmica, para todos os cimentos. A microdureza foi inferior quando o Variolink II HV não foi fotoativado. Os autores observaram que a composição química dos cimentos duais, sozinha, não foi suficiente para compensar a dureza do material. Os autores concluíram que melhores propriedades mecânicas, do cimento dual, são obtidas quando a ativação é realizada sem qualquer distância entre ponteira e cimento.

Kucukesmen *et al.* (2008) avaliaram a alteração da cor em cimento resinoso polimerizado através de diferentes espessuras de cerâmica. Os autores utilizaram cimento dual Variolink II (Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha) e IPS Empress 2 (Ivoclar Vivadent) com 2 espessuras, 1 mm e 2 mm. O cimento foi manipulado seguindo as instruções do fabricante e inserido em uma matriz com 0,5mm de espessura e 5mm de diâmetro. Os blocos cerâmicos foram confeccionados de acordo com as recomendações do fabricante, com 5 mm de diâmetro e 1 ou 2mm de espessura. As cerâmicas

foram posicionadas sobre o cimento resinoso e realizada a primeira mensuração da cor, utilizando para isso, um espectrofotômetro (Easysshade, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha) de acordo com o sistema CIE Lab\*. A fotoativação foi realizada com duas unidades ativadoras: LED (Elipar Freelight II; 3M ESPE, St. Paul, Minn- intensidade de luz  $1200 \text{ mW/cm}^2$ , durante 20s); ou luz halógena (Hilux 550; First Medica, Greensboro, NC- intensidade de luz  $550 \text{ mW/cm}^2$ , durante 40s). A fotoativação foi realizada sem qualquer distância entre ponteira e superfície restauradora. Seguidamente à exposição de luz, foi realizada nova mensuração da cor. Os dados foram calculados para obtenção de  $\Delta E^*$ . Os valores de Lab\* foram afetados pela polimerização do cimento resinoso. Foi observada interação para os valores de  $a^*$  entre a polimerização do cimento e unidade ativadora, por outro lado  $L^*$  e  $b^*$  não sofreram a mesma influência. Os valores de  $b^*$  foram afetados pela espessura da cerâmica, havendo diminuição do valor. Houve também uma redução de  $L^*$ , tornando os espécimes mais escurecidos. Além disso, não houve diferença entre as unidades utilizadas. Todos os grupos avaliados apresentaram alteração da cor acima de  $2,5 \Delta E^*$ , inaceitável clinicamente. Os autores concluíram que a polimerização tem efeito na cor final da restauração, aumentando o valor de  $a^*$  (vermelho) e diminuindo os valores de  $L^*$  (preto) e  $b^*$  (azul), entretanto esta alteração não é afetada pela unidade fotoativadora.

Barath *et al.* (2003) investigaram a influência da cor de fundo e de agentes cimentantes na cor final de restauração cerâmica. Foram avaliadas 2 cerâmicas, IPS Empress 2 e In-ceram Alumina. Quinze discos de 16mm de diâmetro com 3 cores para cada sistema (Empress 2, cor 100-110-S1; 300-320-S2 e 500-520-S3; In-ceram al1-b1-EN1; al2-b3-EN2 e al4-b4-EN3) foram confeccionados. A espessura dos discos foi de 1,4 mm para Empress 2 e de 1,0 e 1,4 mm para In-ceram. Os agentes cimentantes avaliados foram: fosfato de zinco, ionômero de vidro e cimento resinoso (A3). Os cimentos foram inseridos e pressionados em um sistema de 2 lâminas para obter espessura de cimento próxima a  $0,08-0,80 \mu\text{m}$ . As avaliações da cor foram feitas com colorímetro (LUCI 100, Dr. Bruno Lange GmbH, Berlin, Alemanha) sobre fundo branco e preto. A cor da cerâmica,

sozinha, objetivou determinar o real efeito do fundo sobre a cor. O fosfato de zinco apresentou menor translucidez comparado ao cimento resinoso, e o cimento de ionômero de vidro apresentou valores intermediários. Além disso, os valores caminharam para  $+a^*$  quando as cerâmicas foram mensuradas sobre cimento resinoso e  $b^*$  apresentou valores positivos quando mensurados em fundo branco. Os maiores valores de  $\Delta E$  foram obtidos com cimento de fosfato de zinco, por outro lado, o cimento resinoso apresentou menor valor. O aumento da espessura em 0,4mm, em In-ceram, e tons mais escuros reduziram a translucidez, talvez pelo aumento da quantidade de pigmento da cerâmica. A cor do fundo e o tipo de cimento influenciaram no resultado da cor final. Fundos mais claros proporcionaram 33% de  $\Delta E > 2$ , ou seja, inaceitável.

Também são indicações para cimentação de facetas cerâmicas as resinas flow.

Yu e Lee (2008) compararam as propriedades ópticas de resina flow com resinas universais. Foram selecionadas 8 resinas: Estelite Flow Quick e Estelite Sigma (Tokuyama.); Filtek Z350 Flowable e Filtek Z350 (3M ESPE); Unifil Flow e Gradia Direct (GC); Tetric Flow e Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent). Uma matriz com 10mm de diâmetro e 2mm de espessura foi utilizada para confecção dos espécimes. O material foi fotoativado por 20s e armazenado durante 24h a seco. A cor foi mensurada com espectrofotômetro (iluminante D65), a partir dos dados foram calculados translucidez e fluorescência de cada material. As 2 resinas Tetric e Gradia apresentaram baixo valor ( $-L^*$ ). Além disso, Tetric e Estelite flow apresentaram alta translucidez comparadas com suas respectivas resinas universais. Quando o  $\Delta E$  foi comparado entre as mesmas marcas comerciais (flow e universal), o valor foi perceptível  $\Delta E > 2,6$  sendo fortemente influenciado pela luminosidade ( $L^*$ ). A fluorescência foi detectada nas 4 resinas universais e somente em 2 flow. A quantidade de partícula de carga, composição da matriz resinosa e outras substâncias adicionais foram influentes na diferença da cor entre resina flow e universal.

Yu e Lee (2009) compararam a estabilidade da cor de resina flow e resina universal após irradiação com luz ultravioleta e termociclagem. Foram confeccionados 5 discos com 10mm de diâmetro e 2mm de espessura para cada resina analisada. O envelhecimento foi realizado somente com a exposição dos espécimes à luz; com termociclagem (3,000 ciclos- 5/55°C) ou associação de ambos os métodos. A mensuração da cor foi realizada com espectrofotômetro e, em fundo branco, previamente e após cada tipo de envelhecimento. Os dados revelaram maior valor de  $\Delta E^*$  quando houve associação dos métodos de envelhecimento ( $\Delta E^*=6,2$ ). A termociclagem não afetou significativamente os valores de  $\Delta E^*=0,8$ . Além disso, a resina flow, envelhecida com luz, apresentou maior instabilidade da cor quando comparada a resina universal.

O uso de resinas compostas como material cimentante foi descrito por alguns autores (MAGNE; DOUGLAS, 1999; ROSENTUE; LAND; CRISPIN, 1998).

Magne e Douglas (1999) avaliaram qual a extensão do preparo, para facetas cerâmicas, capaz de possibilitar e reproduzir as características de resistência e integridade do dente natural. Foram utilizados incisivos superiores extraídos, para obtenção dos modelos para análise de elemento finito. Os dentes foram testados, por meio de ciclos térmicos e com carga. As cargas foram aplicadas na superfície palatal em: 1) dente intacto; 2) dente com preparo para faceta abrangendo somente esmalte; 3) dente com preparo e com a restauração de faceta; 4) preparo para faceta com extensão proximal e 5) preparo para faceta com extensão proximal seguido de termociclagem, para simulação do envelhecimento clínico. O sistema adesivo foi aplicado imediatamente após o preparo dentário ou no momento da cimentação. As facetas foram confeccionadas com cerâmica feldspática. Para cimentação, os autores utilizaram resina Herculite Incisal LT (Kerr). Os dentes foram seccionados para confecção de réplicas para análise da interface cimentante em MEV. Também foi realizada análise de elemento finito. A reconstrução da estrutura de esmalte com cerâmica feldspática foi capaz de reverter os valores de rigidez e comportamento mecânico de dente intacto. Este resultado só foi possível pelo

fato do material restaurador apresentar módulo de elasticidade semelhante ao do esmalte.

Para testar a eficácia de facetas cerâmicas em dentes com ampla destruição coronária, Magne *et al.* (2000) selecionaram 16 pacientes. Os 48 dentes facetados apresentavam ampla destruição coronária ou necessidade de alteração morfológica complexa. Foram incluídos dentes superiores e inferiores. As restaurações feldspáticas foram cimentadas com resina composta Herculite Incisal LT (Kerr). As avaliações foram realizadas em média 4,5 anos após cimentação. Não houve perda de nenhuma restauração durante o período da investigação. Segundo os autores, as facetas cerâmicas unidos adesivamente à estrutura dental também podem ser indicados com sucesso em casos complexos.

### 2.3. Estabilidade da cor

Noie; O'Keefe; Powers (1995) analisaram a estabilidade da cor de cimentos resinosos de cura dual e fotoativados após envelhecimento acelerado. Quatro cimentos de diferentes cores foram selecionados: Optec (cimento dual, Jeneric/Pentron); Porcelite (fotopolimerizável, Sybron/Kerr); Porcelita Dual (Sybron/Kerr); Indirect Porcelain (cimento dual, 3M ESPE), todos nas cores clara, média e escura. A manipulação dos cimentos seguiu as instruções dos fabricantes. Uma matriz com 10mm de diâmetro e 1mm de espessura foi preenchida com o material manipulado e os espécimes foram armazenados durante 1 semana a 37°C e 100% de umidade relativa. O envelhecimento foi realizado com exposição à luz e à água durante 267h. Para mensuração da cor, foi utilizado um espectrofotômetro (MacBeth 7000, Newburgh, NY). Das 18 combinações de cimento e cor, apenas 6 apresentaram alteração da cor clinicamente perceptível, ou seja, acima de  $\Delta E > 3,3$ . A maioria dos cimentos fotoativados, testados, apresentaram alteração da cor dentro do limite de aceitabilidade clínica. Uma predominância à diminuição de  $L^*$  e aumento de  $b^*$  foi observada.

Hekimoğlu, Anil, Etikan (2000) avaliaram a influência da estabilidade da cor de agente cimentantes de cura química, dual e foto em faceta cerâmica. Discos cerâmicos com 13mm de diâmetro e 0,8mm de espessura foram confeccionados para simulação da restauração. Três cimentos foram analisados, sendo 1 de cura química (Dyract Cem, Dentsply/De Trey), um de cura dual (Twinlook Cement, Kulzer) e um fotopolimerizável (EnForce, Dentsply/Caulk). O cimento foi manipulado e aplicado na superfície da cerâmica e recoberto por uma tira de poliéster. Os cimentos fotopolimerizável e dual foram fotoativados durante 20s. Os espécimes foram expostos a luz visível e UV e, jatos de água intermitentes, durante 900h. A mensuração da cor foi realizada com espectrofotômetro (E, C e h), antes e após 300, 600 e 900h de envelhecimento. O cimento de cura química apresentou maior  $\Delta E$ , entretanto, sem diferença significativa comparado com os outros materiais. Maior alteração de croma (C) foi observada com cimento dual e, menor alteração, com cimento fotopolimerizável. Os dados de matiz (h) foram semelhantes para os 3 materiais. Nesta pesquisa não foram avaliados  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , do sistema Lab\*. Os autores concluíram que cimentos fotopolimerizáveis são boa opção para cimentação de facetas cerâmicas.

Para avaliar a influência da fotoativação, na estabilidade da cor de cimentos duais, Koishi *et al.* (2002) confeccionaram discos de 6mm de diâmetro e 1mm de espessura, com 6 agentes cimentantes (Bistite II; Clapearl DC- Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japão; Dicor- Dentsplay; G-Ceram cosmotech; Lute-It e Variolink II- Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha). Todos os cimentos apresentavam a cor A2. Foram testados 2 modos de cura (n=5): 1) espécimes duais, onde o material foi exposto à luz durante 60s; 2) espécimes de cura química, sem exposição à luz. Seguido a cura, os espécimes foram reservados em recipientes escuros sem contato com a luz, no decorrer de 30min. Em seguida, os mesmos foram armazenados em água destilada por 24h. A mensuração da cor foi realizada utilizando um colorímetro (Shade Eye) conectado ao computador. O aparelho realiza leituras de acordo com o padrão internacional CIELab\* e com auxílio de um programa de computador específico (Saichack, Windows 95). Foram realizadas 5 leituras em locais alternados.

Em seguida, os espécimes foram armazenados e avaliados com 1, 2, 3, 4, 8, 12, 16 e 24 semanas. Os dados foram calculados para obtenção do  $\Delta E^*$ . Os valores obtidos revelaram que os compósitos químicos apresentaram maior alteração em  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$ , bem como em  $\Delta E^*$ , comparados com os agentes cimenantes duais. Os valores representantes de  $\Delta E^*$  mostraram correlação entre material, modo de cura e período de armazenamento, com menores valores registrados para grupo dual (Clap pearl DC1,9; Dicor light activated 3,2; Variolink II 3,7; Lute-It 4,0; G-Cera cosmotech 5,4 e Bistite 13,0), em comparação ao grupos de cura química (Variolink II 4,5; Dicor light activated 5,3; Lute-It 6,4; Claperal 9,6; G-Cera 9,9 e Bistite 20,1). A exposição à luz em cimentos duais parece ser uma etapa efetiva para obtenção da estabilidade da cor de cimentos duais.

Schulze *et al.* (2003) compararam a dureza e a estabilidade da cor de compósitos de cura química e fotoativados. Os materiais analisados foram Helioprogress (químico) (Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e Isopast Variant (fotopolimerizável) (Vivadent, Schaan, Liechtenstein); Polofil (químico) (Voco, Cuxhaven, Alemanha) e Alfacom (fotopolimerizável) (Voco, Cuxhaven, Alemanha); Pyramid Enamel (químico) (Bisco, Schaumburg, Il, EUA) e Bisfil II (foto) (Bisco, Schaumburg, Il, EUA); Superlux Solar (químico) (DMG, Hamburg, Alemanha) e Superlux P/Anterior (fotopolimerizável) (DMG, Hamburg, Alemanha); Vitalescence (químico) (Ultradent, South Jordan, Ut, EUA) e Permalute (foto) (Ultradent, South Jordan, Ut, EUA). O único compósito de cura química que apresentou maior dureza comparada com os compósitos fotoativados foi o Bisfil II. A estabilidade da cor foi melhor para as resinas fotoativadas. Os autores observaram que a composição, o tamanho e a distribuição das partículas de carga foram imprescindíveis para obtenção destes resultados.

Janda *et al.* (2004) testaram a hipótese nula de que não há diferença entre o modo e o tempo da fotoativação de materiais à base de resina na estabilidade da cor. Foram avaliadas 2 unidades ativadoras, luz halógena (HA) e plasma (PAC). O tempo de exposição de luz variou entre 20, 40 e 60s

para HA e 3, 10 e 20s para PAC. Foram confeccionados discos de resina (Charisma e Durafill, Heraeus-Kulzer; Definite e Dyract AP, Degudent Degussa-Dental, Hanau) com 10mm de diâmetro e 1mm de espessura, todos na cor A3. Os espécimes permaneceram em temperatura ambiente e umidade relativa de 50% durante o período de observação. A primeira mensuração da cor foi realizada após 90min, com espectrofotômetro. Os espécimes foram submetidos ao envelhecimento por exposição à luz durante 24h, em água e irradiação com luz xenon e novamente avaliados. A irradiação com 20s de HA apresentou valores negativos na coordenada  $b^*$ , indicando maior claridade do material, entretanto, este efeito foi reduzido após envelhecimento dos espécimes curados com 40. A resina Charisma manteve menor quantidade de amarelo com 60s de ativação. Por outro lado, a resina Durafill apresentou uma pequena quantidade de amarelo. A ativação com PAC durante 3s e após envelhecimento deslocou no sentido do azul ( $-b^*$ ). Por outro lado, o aumento do tempo de irradiação reduziu o efeito amarelo inicial, demonstrando espécimes visivelmente mais claros. A maior expressão de azul ( $-b^*$ ) indica que a emissão de luz pela unidade HA foi suficiente para a conversão do iniciador canforoquinona. Entretanto, a presença de amarelo na resina Durafill, mesmo após 60s de exposição à luz, demonstra que outros fatores, tal como as aminas terciárias presentes no sistema iniciador, também influenciam a cor final das resinas. A ausência de amarelo nas resinas Charisma pode estar relacionada com a quantidade de canforoquinona presente em sua composição. O tempo de cura e a emissão espectral são imprescindíveis para a obtenção de resultados mais estáveis clinicamente.

Gupta *et al.* (2005) avaliaram a alteração da cor de resina composta e cerâmica expostas a corantes. Os materiais testados foram Filtek Z 250, Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent) e Vitadur alpha. Os espécimes de 30mm de diâmetro e 1mm de espessura foram imersos em café, chá, cola ou água durante 4 meses. A mensuração da cor foi realizada com espectrofotômetro nos períodos de 1 e 15 dias e 1 e 4 meses de imersão. A cerâmica apresentou valores de  $\Delta E$  aceitáveis quando imerso em todas as soluções testadas, mesmo em período de 1 mês (0,7-1,3  $\Delta E$ ). As

resinas foram mais susceptíveis à alteração da cor quando comparada à cerâmica. Todos os materiais apresentaram diminuição no valor de  $L^*$ .

Sidhu *et al.* (2006) testaram o efeito da fotoativação na cor e translucidez de resinas compostas. Discos cilíndricos, de 2mm de espessura e 8mm de diâmetro, foram confeccionados através do preenchimento de uma matriz acrílica. As resinas selecionadas foram: Charisma (Heraeus-Kulzer, Irvine, CA, EUA); Solare (GC, Tokyo, Japão) e Filtek Supreme (3M ESPE, St Paul, MN, EUA), todas nas cores A2 e A2 opaco. A cor foi mensurada através do colorímetro OFC-300A, antes e após a fotoativação, em fundo branco, preto e somente o disco. Os dados obtidos foram expressos pelo sistema CIELab, para obtenção de  $\Delta E^*$ . Os resultados revelaram maior alteração da cor e translucidez para a resina Charisma A2 e A2 opaco, 10,52 e 8,44 respectivamente. Por outro lado, as outras resinas não apresentaram alta discrepância na cor, bem como na translucidez (Solare A2 5,63; A2 opaco 4,85; Filtek Supreme A2 6,11 e A2 opaco 4,44). Os autores especularam que o aumento de translucidez observada neste estudo pode ter sido devido à redução dos diferentes índices de refração das partículas inorgânicas e matriz resinosa. Os autores concluíram que dependendo do material restaurador pode haver diferente interpretação da cor e translucidez após a fotoativação.

Janda *et al.* (2007) testaram a hipótese nula de que não há influência no modo de cura, tempo de ativação e condições de envelhecimento na estabilidade da cor de resinas compostas. Quatro diferentes resinas, na cor A3, foram selecionadas: Durafill (Heraeus-Kulzer), Charisma (Heraeus-Kulzer), Definite (Degudent GmbH) e Dyract AP (Dentsply DeTrey). A opção por diferentes compósitos teve como objetivo determinar a influência da composição na cor final. Os espécimes foram divididos de acordo com o modo de exposição à luz halógena, constante ou modo exponencial, durante 20, 40 ou 60s. Foram formados 3 subgrupos de acordo com o método de envelhecimento: 1) a seco e sem luz 37°C; 2) em água e sem luz 37°C e 3) envelhecimento artificial por luz. O armazenamento seco apresentou pequena alteração em  $\Delta E$  e o envelhecimento com

luz apresentou valores elevados de  $\Delta E$ . Por outro lado, a presença de água foi capaz de causar alteração mais significativa para  $\Delta E$  com modo exponencial para Durafill. Os valores de Lab\* e  $\Delta E$  foram influenciados pela composição do material, modo e tempo de cura e envelhecimento.

Pires-de-Souza *et al.* (2007) compararam a estabilidade da cor de resinas fotoativadas com luz halógena ou LED, após envelhecimento artificial. As resinas selecionadas foram Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent), Heliomolar (Ivoclar Vivadent) e Esthet-X (Dentsply), nas cores A2 e C3. Metade dos espécimes foram fotoativados com luz halógena e a outra metade com LED. A cor foi mensurada com espectrofotômetro, antes e após envelhecimento com luz UV. Os resultados demonstraram melhor estabilidade da cor para compósitos híbridos, independente da unidade ativadora, seguido das resinas microhíbridas e microparticuladas. A estabilidade da cor foi mais bem controlada quando o compósito híbrido foi ativado com LED.

Brackett *et al.* (2007) testaram a hipótese de que compósitos fotoativados com LED apresentam maior quantidade de amarelo residual comparado com os mesmo compósitos ativados com luz halógena. Três resinas de cores A2 e B1 foram avaliadas (Filtek A110, micropartícula; Prodigy, híbrida e EsthetX, microhíbrida). As resinas foram ativadas durante 40s para luz halógena e 20s para LED e armazenadas em recipiente protegido de luz. A mensuração da cor foi realizada com fundo branco e espectrofotômetro (Easyshade). O grau de conversão foi avaliado com FTIR. A ativação com luz halógena apresentou alto grau de conversão, bem como maior quantidade de amarelo residual. A pequena quantidade de amarelo observada em espécimes fotoativados com LED pode ser explicada pela alta intensidade desta unidade, que garante alto grau de conversão da caforoquinona e menor quantidade de monômero residual, resultando em menor efeito amarelo.

Karaagaciloglu e Yilmaz (2008) avaliaram a influência da cor do cimento resinoso, após armazenamento em água, no resultado final de restauração cerâmica. Dez dentes humanos tiveram suas faces vestibular e lingual lixadas até atingir dentina.

As restaurações foram simuladas com discos de IPS Empress, com 0,8mm de espessura. A mensuração da cor foi realizada com colorímetro antes da aplicação do cimento, após aplicação do cimento dual (Rely X ARC) nas cores A3 e A1, imediatamente após a fotoativação e após 3, 30 e 90 dias da cimentação. Durante os intervalos de mensuração, os espécimes permaneceram em soro em recipientes protegidos da luz. Alterações perceptíveis foram observadas após o período de armazenamento. Houve diminuição dos valores de  $\Delta L$ , revelando maior escurecimento. A absorção de água altera o índice de refração de luz e, portanto, pode ter influenciado estes valores.

Ergücü; Türkün; Aladag (2008) observaram a mudança da cor de 5 resinas nanoparticuladas polidas, com sistemas de 1 ou 2 passos, e armazenadas em água ou café. Cento e cinquenta discos foram confeccionados com as resinas: Filtek Supreme XT (3M ESPE, St Paul, MN, EUA); Grandio (Voco, Cuxhaven, Alemanha); CeramX (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha) Premise (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e Tetric EvoCeram (KerrHawe, Bioggio, Suíça). Os espécimes foram divididos de acordo com o sistema de polimento PoGo (Milford, DE, EUA) e OptraPol (Schaan, Liechtenstein) e o meio de armazenamento, água ou café durante 7 dias. Os valores de  $\Delta E$  em água foram significativamente inferiores aos dos grupos imersos em café, sendo perceptíveis, porém aceitáveis. Este achado pode ser explicado pela própria composição da resina. Os resultados revelaram que a água sozinha não foi capaz de causar alterações significantes ao material resinoso em 7 dias.

Para avaliar o efeito de diferentes cores de cimento resinoso no resultado final de restaurações cerâmicas, Terzioğlu; Yilmaz; Yurdukoru (2009) utilizaram 40 discos de IPS Empress (Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha) de 10mm de diâmetro e diferentes espessuras, 0,5mm, 1,0mm, 2,0mm e 3,0mm. A face externa das cerâmicas recebeu uma camada de glaze, previamente a mensuração da cor. As mensurações da cor foram realizadas com um colorímetro (Minolta CR321), antes da cimentação e após a cimentação dos discos cerâmicos, utilizando-se uma matriz que permitiu a padronização do local de leitura. Após a primeira avaliação, foi

realizada a cimentação, com cimento dual RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), nas cores A1 e A3. Todos os espécimes foram mensurados 3 vezes, com o uso de fundo cinza, para obtenção de uma média final. Os valores de cor foram obtidos pelo padrão internacional CIELab\*. Segundo os autores, o valor de  $L^*$  (representante de luminosidade) foi o único que sofreu alterações significantes, nas quais os valores foram menores quanto maior a espessura da cerâmica, talvez pelo aumento da absorção de luz, reduzindo a reflexão da mesma. Os resultados não demonstraram diferença entre as espessuras 0,5mm e 1,0mm, e entre 2,0mm e 3,0mm, com as 2 cores de agente cimentante. Além disso, todos os espécimes apresentaram valores de  $\Delta E > 3,7$ , inaceitáveis clinicamente, ou seja, capaz de ser percebido visualmente.

#### 2.4 Método de avaliação da cor

A avaliação da cor visual é considerada um método extremamente subjetivo e influenciável por fatores externos (JOHNSTON e KAO, 1989).

Com objetivo de reduzir erros durante esta etapa, equipamentos de leitura de cor foram introduzidos no mercado. Estes equipamentos, geralmente, apresentam um padrão de observador e iluminante determinado pelo sistema Commission Internationale de l'Eclairage (CIE, 1931). No mesmo ano de formação da Comissão, foram criados o observador padrão 2°, representante das células cone do olho humano, capazes de distinguir cor e os iluminantes A, B e C. Em 1964, a Comissão desenvolveu o observador padrão 10°, que reproduz os bastonetes do olho humano, responsáveis pela observação de luminosidade; e o iluminante D. Mais tarde, em 1976, foi desenvolvido o sistema CIELAB, correspondente ao espaço tridimensional de cor, onde  $L^*$  representa a luminosidade (100=branco e 0=preto), e as coordenadas cromáticas são definidas por  $a^*$  ( $+a^*$ =vermelho e  $-a^*$ =verde) e  $b^*$  ( $+b^*$ =amarelo e

-b\*= azul). Essas referências permitem uma comparação numérica entre 2 objetos, tornando a avaliação da cor objetiva, diminuindo a probabilidade de erros (JOHNSTON; KAO, 1989; SEGHI, HEWLETT, KIM, 1989; PAUL *et al.* 2002; BROWNING *et al.*, 2009).

Johnston e Kao (1989) compararam os critérios de avaliação da cor do USPHS com mensuração instrumental e visual com auxílio de escala de cor. Foram selecionados 4 pacientes com indicação para faceta de resina composta em dente anterior. Os preparos para faceta foram padronizados (0,5mm de redução) e as restaurações confeccionadas (Durafill-Kulzer, Wehrheim, Alemanha; Prisma- L.D. Caulk Co., Milford, DE; Silux- 3M Dental Products, St. Paul, MN). Quarenta e duas restaurações foram produzidas. A seleção da cor visual foi realizada através da comparação da escala com os dentes adjacentes. A restauração foi observada após 1 semana, 6 e 12 meses. Dois observadores classificaram as restaurações de acordo com os critérios da USPHS (EVRSAM- 0 a 10). As cores também foram mensuradas com colorímetro (Chroma Meter CR-121, Minolta Corp., Industrial Meter Div., Ramsey, NJ). Nenhuma avaliação resultou na classificação Charlie. Foi observada menor porcentagem de Alfa comparado a Bravo. Os critérios de USPHS mostraram ser complexos e passíveis de grande margem de erros. O colorímetro apresentou maior vantagem comparado ao método visual. Além disso, os autores observaram que a discrepância entre os valores visuais e instrumentais indicaram que fatores externos possivelmente apresentam influência durante a avaliação.

Seghi; Hewlett; Kim (1989) testaram as limitações do desempenho de equipamentos para avaliação da cor (colorímetro) em cerâmicas com pequenas modificações da cor. Foram confeccionados 31 discos cerâmicos de 12mm de diâmetro e 4mm de espessura. A translucidez das cerâmicas foi alterada com diferentes porcentagens de pigmentos nas cores amarelo, rosa e cinza, proporcionando pequenas alterações da cor. A porcentagem de pigmentação foi classificada de 1-10, onde 1 representou a menor saturação e 10 a maior saturação. Um disco sem pigmento, ou seja, translúcido foi utilizado como

referência. As cores foram avaliadas por 27 observadores, sendo 23 dentistas e 4 técnicos. Todos passaram por exames oftalmológicos, prévios, para detectar daltonismo. As amostras foram posicionadas sobre fundo branco e iluminadas com luz fluorescente e então avaliadas. Os observadores distribuíram os espécimes de acordo com a ordem de menor e maior saturação, julgadas por eles. As cores também foram avaliadas instrumentalmente, com o uso de um colorímetro (Minolta CR100, iluminante D65 e observador padrão 2°). Nenhuma amostra foi classificada igualmente entre os operadores, havendo grande desacordo nas avaliações. Além disso, somente 2 amostras foram posicionadas corretamente. A melhor correlação foi obtida para as cores cinza e amarelo, sendo ligeiramente menor para rosa. Os autores observaram que os maiores enganos foram obtidos quando a diferença da cor estava entre  $\Delta E$  1-2, sendo mais freqüentes com  $\Delta E$  menor do que 1. Em relação ao equipamento, foi observado que o mesmo apresenta sensibilidade suficiente para detectar pequenas alterações da cor. Os autores concluíram que  $\Delta E$  1-2 representa o limite de percepção visual humana, ou seja, nível detectável sob condições ótimas.

Horn; Bulan-Brady; Hicks (1998) compararam o método de avaliação da cor visual e através de espectrofotômetro (SP78). Foram avaliadas as cores de 20 dentes humanos extraídos. As mensurações da cor foram realizadas pela comparação de uma escala da cor por 5 avaliadores em um dia e, novamente, após 14 dias. A avaliação instrumental também foi realizada em um dia e após 14 dias. A comparação dos dados foi efetuada entre a análise dos avaliadores e os diferentes dias. Os dados dos métodos de avaliação também foram comparados. Os resultados revelaram variação na margem de erro visual de 20-60%, confirmando a imprecisão da avaliação da cor visual. Além disso, os autores concluíram que a avaliação instrumental, com espectrofotômetro, apresentaram dados previsíveis e precisos.

Paul *et al.* (2002) compararam a avaliação da cor dos dentes com método visual e instrumental. Foram selecionados 30 pacientes e 3 dentistas sem histórico de alterações visuais para realização das avaliações. A escala da cor Vita Classical foi

preparada com uma silicona rosa no terço cervical, para simular gengiva e mensurada com espectrofotômetro (LUA005, MHT, Zurique, Suíça, software 2.15), com iluminante D65. A avaliação visual foi realizada com luz 5000K, com auxílio da guia da cor. Uma imagem fotográfica foi obtida com a cor selecionada da escala próximo ao dente avaliado. Além disso, análise espectrofotométrica também foi realizada no dente do paciente. A comparação entre as escolhas da cor dos observadores foi classificada como igual (quando todos selecionaram a mesma cor); diferente para os 3 (quando nenhuma cor selecionada foi igual entre eles) e com discordância de 1 (quando um observador selecionou uma cor diferente dos outros 2). A análise estatística revelou diferença significativa entre os métodos de avaliação da cor. Houve concordância em 26,6% da avaliação visual, enquanto que o espectrofotômetro apresentou margens de acerto correspondentes a 83,3%. Na avaliação visual, o  $\Delta E$  foi maior em 28 pacientes, comparado aos valores da análise instrumental, garantindo assim uma maior precisão deste método em 33%.

Wang *et al.* (2005) compararam os dados de mensuração da cor realizados com colorímetros e espectrofotômetros. Dezenove discos cerâmicos com 13,5mm de diâmetro e 1mm de espessura foram confeccionados. A cor foi obtida através da mistura entre os pigmentos A1 e A3. Os pigmentos foram adicionados em maior ou menor porcentagem, permitindo espécimes mais ou menos amarelos. Foram realizadas 3 mensurações instrumentais da cor para cada equipamento: PR650; SP-1000; Shade Eye NCC; Color Eye e Chroma Meter. Estes equipamentos possuem padrão iluminante D64 e observador padrão 2°. Os resultados revelaram diferença entre os equipamentos testados para uma mesma cor, entretanto, esta variação não atingiu valores capazes de serem perceptíveis à observação visual.

Hugo; Witzel; Klaiber (2005) compararam a avaliação visual e instrumental e, a capacidade destes dispositivos de mensuração da cor. Foram investigados 3 equipamentos: SpectroShade (MHT Optic Research AG, 8155, Niederhasli, Suíça); ShadeVision (X-Rite Co., Grandville, EUA) e Digital

Shade Guide DSG4 (A. Rieth, 73614 Schorndorf, Alemanha). As avaliações foram realizadas por 2 técnicos e 1 estudante de odontologia. Foram selecionados 57 pacientes e observados 342 dentes superiores. A avaliação visual foi realizada com auxílio da escala da cor Vita Classical nos 3 terços do dente, previamente à avaliação instrumental. A avaliação visual apresentou maior precisão com concordância de 36,7% comparada com instrumental 9,9%. Entretanto, a comparação foi realizada pelo método de 'maioria' sem nenhum padrão ouro para julgamento. A avaliação instrumental demonstrou desacordo com a percepção da cor.

Dozić *et al.* (2007) avaliaram a precisão de mensuração da cor instrumental e visual em condições laboratoriais e clínicas. Foram testados 3 métodos, câmera digital, colorímetro e espectrofotômetro: ShadeScan (CYNOVAD<sup>®</sup>, Montreal, Canadá), câmera digital, iluminante A; Ikam (DCM<sup>®</sup>, West Yorkshire, UK) câmera digital, iluminante D-65; IdentaColor II (Identa<sup>®</sup>, Holbaek, Denmark), colorímetro, iluminante D-65; ShadeEye (Shofu<sup>®</sup>, Dental GMBH, Ratingen, Alemanha), colorímetro, iluminante D-65; Easyshade (Vident<sup>®</sup>, Brea, CA), espectrofotômetro, iluminante D-65. A avaliação *in vitro* foi realizada por 2 observadores e prosseguiu pela mensuração da cor da escala VITA Lumin (Vita Zahnfabrik), das cores A1, A2, A3, A3,5 e A4. Os dentes da guia foram fixados na posição do incisivo central de um manequim artificial. As análises *in vivo* foram realizadas, por um único operador, no terço médio dos incisivos centrais de 25 pacientes. Os resultados revelaram que não houve diferença entre ShadeScan, Ikam e Easyshade, em condições laboratoriais, entretanto, o Easyshade apresentou valores mais precisos comparado aos outros dois. Os colorímetros e as câmeras digitais tiveram sua exatidão diminuída em ambiente clínico, por outro lado, o Easyshade não foi afetado.

Para comparar a aplicabilidade de 2 métodos de avaliação da cor de cerâmica, LI e WANG (2007) utilizaram um guia da cor para o método visual (Vintage Halo) e Shofu ShadeEye NCC, colorímetro, para o método instrumental. Vinte voluntários foram selecionados para a pesquisa. A observação visual da cor foi realizada por 2 protéticos e 1 técnico de

laboratório com auxílio da guia Vita Lumin, em 2 dias consecutivos nos períodos de 10h e 14h. Os pacientes foram posicionados em frente a uma parede branca e a cor observada no terço médio do incisivo central superior esquerdo. A cor final foi obtida através da média de escolha entre os observadores. Os voluntários foram classificados em 2 grupos: 1) fácil de serem julgados, quando havia 2 ou 3 acordos da cor e 2) difíceis de serem julgados, quando não havia acordo da cor entre os observadores. A avaliação instrumental foi realizada por 3 dentistas no terço médio do incisivo central, os valores também seguiram o princípio de maioria. As arcadas foram moldadas e o modelo de gesso confeccionado. O incisivo central do modelo de gesso foi preparado para receber uma coroa metalo-cerâmica. Um molde da arcada dental foi obtido para posicionar o modelo, igualmente ao posicionamento do paciente, durante a leitura da cor da coroa com espectrofotômetro (PR-650 Spectra Scan). Não houve diferença entre os métodos visual e instrumental com colorímetro. O colorímetro apresentou valores seguros quando utilizado para o grupo 1 (cores facilmente julgadas), o mesmo não foi observado para o grupo 2 (cores de difícil julgamento) com o mesmo equipamento. Os autores observaram que nem o método visual nem o uso do colorímetro são totalmente confiáveis, entretanto, o colorímetro pode servir como auxílio quando a escolha da cor não for complexa.

Em estudo *in vivo*, Meireles *et al.* (2008) compararam a precisão do método de avaliação da cor com escala e espectrofotômetro. A cor dos 6 dentes anteriores superiores, de 92 pacientes, foram avaliadas. Dois avaliadores, estudantes de odontologia, foram calibrados. Treze dias foram necessários para obter 70% da precisão entre os observadores. A escala de cor, Vita Classical, foi usada por agrupamentos separando as cores para dentes escuros das cores para dentes claro, ou com avaliação das 16 cores da escala. Cada espécime foi mensurado por 3 vezes (Easysshade) e o resultado foi obtido pelo cálculo da média desses valores. Os dados obtidos com espectrofotômetro foram considerados padrão ouro. Houve diferença entre os 2 métodos de avaliação, visual e instrumental. O agrupamento da escala permitiu maior porcentagem de acerto comparado com a avaliação das 16 cores. Dos 320 dentes escurecidos, 278 foram

avaliados corretamente (84,8%). A mensuração visual com guia foi considerada confiável, tanto para dente claro como para dente escurecido.

Browning *et al.*(2009) compararam a precisão de um espectrofotômetro (Easyshade) e a capacidade visual de 3 avaliadores experientes. Foram avaliados 95 dentes de 16 pacientes, em 3 dias distintos, com intervalo de 1 mês entre as observações. A comparação da cor foi realizada no terço médio dos dentes com a escala de cor escala (Vita Master 3D) e com o espectrofotômetro. A avaliação com a guia seguiu as orientações do fabricante: 1ª escolha da luminosidade; 2ª croma e 3ª matiz, de acordo com a fisiologia ocular. Os parâmetros de observação instrumental foram representados por L (luminosidade), C (saturação de 0 a 40, no qual 0 apresenta menor saturação e 40 maior) e h° (cor de 0° a 360°, no qual 0° caracteriza vermelho e 90° amarelo). A porcentagem de cores exatas em diferentes dias de observação, para um mesmo avaliador, variou de 17- 41%. A avaliação instrumental de um mesmo operador foi considerada boa, e com a guia foi considerada moderada. A luminosidade foi o critério melhor determinado, entre os observadores, apresentando menor chance de erro. Os autores concluíram que o Easyshade foi melhor ou comparável a escala de cor 3D master, sendo o Easyshade mais preciso 21-27% e 41% respectivamente.

## 2.5 Envelhecimento artificial

Heath e Wilson (1977) testaram o efeito da água na resistência abrasiva de materiais restauradores. Os autores observaram que o armazenamento em água durante 12 semanas seguida de escovação teve efeito negativo em compósitos, resultando em maior taxa abrasiva. Os autores especularam que o armazenamento em água foi capaz de romper a interface carga/matriz, diminuindo assim a resistência do material. Além

disso, os autores observaram que este efeito depende do tempo em que o material foi exposto à água.

Montes e Draughn (1986) quantificaram a extensão de degradação da superfície de compósito exposto a termociclagem e exposição à água. Discos de resina com 20mm de diâmetro e 1,5mm de espessura foram confeccionados. Um dos compósitos utilizados não apresentou carga e continha 70% de BISGMA, 30% de TEGDMA, 1% de peróxido de benzoila e 0,2% de inibidor. As cargas dos outros compósitos foram: sílica coloidal, quartzo e vidro. Um espécime de cada grupo foi polido para observação microscópica do efeito da água na estrutura. Os espécimes foram secos durante 2 dias e divididos em controle (H<sub>2</sub>O) e termociclagem. Previamente e após as ciclagens, os discos foram pesados. Ciclos de 10-60°C ( $3-4 \times 10^3$ ) foram realizados. Após ciclagem os espécimes permaneceram em água durante 7 meses. O teste abrasivo foi conduzido pela escovação da superfície polida, com pasta e escova dental (100g, 52ciclos/min.), posteriormente os espécimes foram pesados e a rugosidade observada com profilômetro. A água apresentou efeito na resistência ao desgaste do compósito. A resina com sílica coloidal, com tamanho de partícula menor do que a abrasiva, apresentou maior taxa de desgaste, sendo menor inicialmente. O aumento do desgaste pode ser atribuído à fadiga na superfície. Todas as resinas apresentaram maior desgaste ciclos abrasivos iniciais. A termociclagem apresentou maior efeito de degradação hidrolítica, comparado ao grupo controle, resultando em alta taxa de falha na interface partícula/matriz potencializada pelo estresse térmico. Por outro lado, a rugosidade de superfície foi mais afetada pelo armazenamento em água comparado à termociclagem.

Kitasako *et al.* (2000) compararam o efeito do meio de armazenamento na resistência de união ao cisalhamento de diferentes agentes cimentantes. Dentes bovinos tiveram suas raízes descartadas e a dentina vestibular foi exposta para área de teste. Três cimentos resinosos foram avaliados, Panavia 21 (Kuraray), Bistite (Tokuyama Corp.) e Masa Bond (Sun Medical Co). Os espécimes foram, aleatoriamente, divididos de acordo com o meio de armazenamento: água, com troca 1x/dia durante

1 ano; água durante 1 ano sem troca da solução; em solução salina fosfatada, com troca 1x/ 2 dias e a mesma solução sem substituição durante 1 ano. O teste de cisalhamento foi realizado após 1 dia e após 1 ano. Os autores observaram que a troca da constante da solução pode provocar redução dos valores de resistência. O resultado pode ser causado pela lixiviação de componentes não polimerizados.

Stober; Gilde; Lenz (2001) compararam diferentes métodos de envelhecimento na estabilidade da cor de resinas híbridas. As resinas avaliadas foram: Colombus (DMG, Hamburg, Alemanha); Artglass (Heraeus Kulzer, Wehrheim, Alemanha); Sinfony (3M ESPE, Seefeld; Targis, Ivoclar, Schaan, Liechtenstein); Zeta LC e Zeta HC (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha); BelleGlass HP/dentine e BelleGlass HP/enamel (Belle de st. claire, 1717 West Collins, Orange, CA 92667, EUA). Discos de 6mm de diâmetro e 5mm de espessura foram confeccionados e polimerizados com luz ou calor. Os espécimes foram divididos de acordo com o método de envelhecimento: exposição à luz UV (24, 96 e 168h); imersos em chá, café, vinho tinto ou em 0,1% de turmic e em água deionizada sem exposição à luz. As avaliações foram realizadas com colorímetro em períodos de 4 e 8 semanas de teste. A alteração da cor foi proporcional ao aumento do tempo de exposição à luz UV. O envelhecimento com luz apresentou valores mais críticos de  $\Delta E > 3.3$ , comparado com a imersão em água  $\Delta E > 1$ .

Buchalla *et al.* (2002) investigaram o efeito da cor e translucidez de compósitos híbrido e microparticulado submetidos ao envelhecimento por luz na presença ou ausência de água. Foram preparados 10 espécimes de cada resina, híbrida (Tetric, cor 22; Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein, Alemanha) e microparticulada (Silux Plus, cor U; 3M ESPE, St. Paul, MN, USA), com 15mm de diâmetro e 7mm de altura. Os espécimes sofreram pressão (Ivomat; Ivoclar, Schaan, Liechtenstein) nas superfícies para garantir uniformidade e eliminação de bolhas de ar, em seguida foram fotoativados em câmara de luz durante 5min. Os espécimes polimerizados foram seccionados ao meio e lixados para obter

espessuras de 1,2mm e divididos em grupo1: espécimes armazenados em água destilada e grupo2: espécimes mantidos a seco. Ambos os grupos foram submetidos a 10h/dia de envelhecimento artificial com luz (True-Lite; Duro-Test Corp, Midland Park, NJ). Este equipamento permite emissão de luz visível, UV e infravermelho (290-770nm). A mensuração da cor foi realizada com colorímetro (CR 300; Minolta Co, Dietikon, Switzerland) sob fundo branco ou preto, em períodos de 1, 2, 4, 8, 16, 32 e 48h e 1mês. Os valores obtidos em XYZ (correspondentes as cores primárias vermelho, verde e azul) foram transformados para os valores representativos de CIE Lab\*. As duas resinas avaliadas apresentaram aumento de  $\Delta E^*$ , independente do meio de armazenamento, entretanto, os espécimes armazenados em água apresentaram maior tendência à alteração da cor após 4h comparado ao grupo armazenado a seco. A resina híbrida (Tetric) apresentou maiores valores de  $\Delta E^*$  após 32h sob ambas as condições de armazenamento, comparada à resina microparticulada (Silux Plus), contudo, sem diferença significativa. Os valores de  $\Delta C$  (contraste) foram maiores para a resina Tetric em água do que o armazenamento a seco. Para  $\Delta b^*$ , houve tendência a diminuição dos valores entre os materiais sob as mesmas condições de armazenamento. Por outro lado,  $\Delta a^*$  apresentou valores aumentados após 1mês de avaliação, sendo maior para Tetric comparado a Silux Plus, independente da presença ou ausência de água. Todos os grupos apresentaram valores de  $\Delta L^*$  negativos após o envelhecimento, sendo maiores para a resina microparticulada em ambiente seco do que em água.

Walker; Spencer; Eick (2003) testaram as propriedades mecânicas do cimento resinoso Panavia F (Kuraray Co, Ltd, Osaka, Japão) envelhecido em água. Os espécimes foram confeccionados com  $25 \times 2 \times 2 \text{mm}^3$  de altura e largura e divididos de acordo com a submissão ou não de carga, para simulação de situação clínica. Análises do grau de conversão, módulo flexural e resistência flexural foram realizadas com 48h, 31 e 60 dias. O grau de conversão indicou valores de 68-88%. O armazenamento em água sem aplicação de carga reduziu a resistência flexural nos períodos de 48h e 31 dias, entretanto, não afetou o módulo flexural. Por outro lado, com a aplicação de

carga, esse valor continuou reduzindo. Estes resultados indicaram que a interface matriz resinosa/carga é mais susceptível à degradação hidrolítica e contribui para a redução da coesão do cimento resinoso.

Paravina; Ontiveros; Powers (2004) avaliaram o efeito do envelhecimento acelerado na cor e translucidez de resinas compostas microhíbridas e microparticuladas, para dentes clareados. Um total de 33 cores de resinas microhíbridas e microparticuladas, de 10 marcas comerciais, foram selecionadas. Discos de resina foram confeccionados utilizando uma matriz com 10mm de diâmetro e 2mm de espessura (n=5). Os espécimes sofreram 180 ciclos de envelhecimento artificial com luz (Atlas Ci 35A Xenon Weather-Ometer, Atlas Material Testing Technology LLC, Chicago, IL, USA), este processo de envelhecimento permite exposições com luz e água, entretanto somente é expresso o tempo exposto à luz. As mensurações da cor foram realizadas com o sistema Color-eye 7000 (GretagMacbeth LLC, New Windsor, NY, USA), antes e após envelhecimento, para possibilitar o cálculo do  $\Delta E^*$ . O envelhecimento causou alteração significativa da cor, principalmente para as resinas microhíbridas ( $\Delta E^* = 3,2/150\text{kJ/m}^2$ ;  $4,0/300\text{kJ/m}^2$  e  $4,7/450\text{kJ/m}^2$ ), comparadas as resinas microparticuladas ( $\Delta E^* = 2,0/150\text{kJ/m}^2$ ;  $2,0/300\text{kJ/m}^2$  e  $2,1/450\text{kJ/m}^2$ ), confirmando sua melhor estabilidade. As resinas microhíbridas apresentaram uma maior opacidade, quando comparadas às microparticuladas, entretanto estes valores não foram significantes.

Assunção e Souza (2006) avaliaram a influência da termociclagem e corantes na estabilidade da cor de resinas indiretas. Foram confeccionados 32 espécimes com resina microhíbrida indireta (Resilab Master, Wilcos Brasil) de 3mm de espessura e 5mm de diâmetro. Os espécimes foram lixados e limpos com banho de ultra-som durante 24h. Foram designados 4 grupos: grupo 1- controle, água destilada a temperatura de 37°C; grupo 2- água destilada e termociclagem (3.000 ciclos, 5-55°C); grupo 3- imersão em suco de laranja e termociclagem e grupo 4- imersão em café e termociclagem. Os espécimes permaneceram em corante durante 60 h. A avaliação da cor foi

realizada por meio de um espectrofotômetro (Easyshade), antes e após testes. Os resultados revelaram diferença entre os grupos 1 e 2 e 3 e 4. A alteração da cor foi maior para os grupos 3 e 4, sendo superior aos valores de aceitabilidade ( $\Delta E$  8,3 e 22,3 respectivamente). O grupo 2 apresentou maior alteração da cor comparado com o grupo 1, entretanto sem diferença estatística ( $\Delta E$  2,9 e 2,3 respectivamente). Os autores relataram que não há evidências conclusivas quanto à influência da termociclagem na alteração da cor. Neste artigo, o teste não afetou significativamente a estabilidade da cor da resina indireta.

Peumans *et al.* (2007) avaliaram o efeito da termociclagem na resistência de união de cimentos resinoso em cerâmica do sistema CAD/CAM. Os agentes cimentantes utilizados foram: Linkmax (GC Corp, Tokyo, Japão), Panavia F (Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japão); RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) e Variolink II (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein). O cimento foi inserido e pressionado contra 2 blocos cerâmicos. Após 24h de armazenamento em água os blocos foram divididos em 4 grupos de acordo com o número de termociclagens proposto: 10,000; 20,000 e 40,000. Os filetes para teste de microtração foram obtidos a partir da secção dos blocos e redução da interface cimentante. A resistência de união do Variolink II aumentou, porém, não significativamente, após 10,000 e 20,000 ciclos e estabilizou com 40,000 ciclos. Este resultado pode ser associado ao tratamento de superfície realizado na cerâmica com ácido hidrófluorídrico e silano, que garantem microretenções na estrutura. Além disso, os bons resultados podem ser associados ao alto grau de conversão do cimento. A composição do Panavia F permite maior sorção de água reduzindo a resistência quando exposto a longo período em água. Os baixos valores obtidos com RelyX Unicem foram relacionados à ausência de tratamento da superfície cerâmica. A termociclagem teve efeito negativo entre os cimentos testados, exceto para Variolink II.

Diante das possíveis alterações colorimétricas de materiais à base de resina expostos ao meio bucal, Sarafianou *et al.* (2007) compararam o grau de conversão e a estabilidade da cor destes materiais após envelhecimento artificial. Discos de

resinas microhíbridadas (Estelite e Tetric Ceram) e nanoparticulada (Filtek Supreme) na cor A2 foram confeccionados com 8,5mm de diâmetro e 1,2mm de espessura. A fotoativação foi realizada com luz halógena durante 40s. Os espécimes foram submetidos à hidrotermociclagem (2,000 ciclos 5/55°C) e fotoenvelhecimento por 98h. A estabilidade da cor foi comparada antes e após envelhecimento, com colorímetro. Foram considerados valores perceptíveis  $\Delta E > 1$  e aceitáveis clinicamente  $\Delta E < 3.3$ . Não houve diferença entre os valores de  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta E^*$  após envelhecimento. Entretanto, os valores de  $\Delta b^*$  variaram significativamente para cada resina. A resina Filtek Supreme apresentou maior quantidade de amarelo, por outro lado, a Estelite  $\Sigma$  apresentou maior quantidade de azul e verde e a Tetric Ceram, maior quantidade de verde e amarelo. O grau de conversão foi mais baixo para Filtek Supreme antes do envelhecimento, ao contrário da Tetric Ceram, que apresentou menores valores após envelhecimento. Os valores obtidos não permitiram correlação entre grau de conversão e  $\Delta E$ . Os valores variados de  $\Delta b^*$  podem ser explicados pelas diferentes composições entre os materiais, além disso, a absorção de água, pela matriz resinosa, pode provocar alteração no índice de refração de luz e conseqüente alteração da cor. O envelhecimento com luz foi capaz de alterar significativamente a cor das resinas compostas.

### 3 PROPOSIÇÃO

O objetivo geral deste estudo *in vitro* foi:

- 1) Avaliar a estabilidade da cor de diferentes materiais cimentantes, utilizados para facetas cerâmicas.

Objetivos específicos:

- 1) Comparar a estabilidade da cor de um cimento resinoso fotopolimerizável, um cimento de cura dual, uma resina composta flow e, uma resina composta utilizados para facetas cerâmicas, em função do tempo.

## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 Material

O material pesquisado está descritos no Quadro 1.

Material (Lote)	Fabricante (Descrição)
Ácido fluorídrico 10% Lote : 1107126	Condac Porcelana (FGM, Joinville, Brasil) Ácido fluorídrico 10%, água, espessante, tenso ativo e corante.
Ácido fosfórico 37% Lote: 081209	Total Etch (Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha). (Água, ácido fosfórico, espessante, corante).
Adesivo dual Lote: NO1060	Excite DSC (Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha). HEMA, dimetacrilato, acrilato do ácido fosfônico, dióxido de silício altamente disperso, iniciadores e estabilizadores em uma solução alcoólica.
Adesivo fotopolimerizável Lote: L19442	Excite (Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha). Acrilato de ácido fosfônico, metacrilato, Bis-GMA, dimetacrilatos, sílica, etanol, catalisador e estabilizador, HEMA, dióxido de silício altamente disperso, álcool.
Cerâmicas Lote: 7549	Vita Block Mark II (Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha). Mistura de partículas feldspáticas cristalinas embebidas em matriz vítrea.
Cimento resinoso (fotopolimerizável-	Variolink II (Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha), cor: A3.

<p>pasta base e dual- pasta base e catalisador)</p> <p>Lote: 46354</p>	<p>Bis-GMA, dimetacrilato de uretano (UDMA), trietilenoglicoldimetacrilato (TEGDMA), vidro de bário, trifluoreto de itérbio, vidro de fluorsilicato de bário e alumínio, óxidos mistos esferoidais, catalisadores, estabilizadores, pigmentos, tamanho das partículas 0.04–3.0µm. Tamanho média 0.7µm.</p>
<p>Resina composta</p> <p>Lote: K38400</p>	<p>4Seasons (Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha), cor A3 esmalte. 7-9% Bis-GMA, 3-4% Dimetracrilato de uretano (UDMA), 9-11% Trietilenoglicoldimetacrilato (TEGDMA), vidro de fluorsilicato de barrio, trifluoreto de itérbio, óxidos misturados, ativadores, estabilizadores, catalizadores e pigmentos.</p>
<p>Resina composta flow</p> <p>Lote: J23953</p>	<p>Tetric Flow (Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha), cor A3. Bis-GMA, dimetacrilato de uretano (UDMA), trietilenoglicoldimetacrilato (TEGDMA), vidro de fluorsilicato de bário, fotoiniciadores.</p>
<p>Silano</p> <p>Lote: M63563</p>	<p>Silano Monobond S (Ivoclar Vivadent, AG, Schann, Liechtenstein, Alemanha). Etanol, água, silano.</p>

**Quadro 1-** Descrição do material utilizado na pesquisa e respectiva composição de acordo com o fabricante.

## 4.2 Método

### 4.2.1 Confecção dos substratos

Foram selecionados 40 incisivos bovinos (Fig. 1), tendo como critério de exclusão dentes que apresentavam trincas e severa alteração da cor na porção coronal, observada visualmente. Os dentes foram seccionados na junção amelo-cementária, no sentido transversal, com disco de diamante (Isomet 1000, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, EUA) sob refrigeração e baixa velocidade (200rpm) (Fig. 2). Todas as raízes foram eliminadas. As porções coronárias tiveram as faces proximais e incisal seccionadas, de forma a obter blocos de 8mmx10mm, mensurados com paquímetro digital (Fig. 3 A-C).



**Figura 1**– Dente bovino selecionado. **Figura 2**– Dente bovino durante a secção.



**Figura 3 A-C**– (A) Dente bovino, antes e (B) após secção das faces proximais e (C) incisal.

A câmara pulpar, de cada dente, foi preenchida com resina composta, sendo previamente condicionada com ácido fosfórico durante 15s, seguido de lavagem com água por 30s e aplicação do sistema adesivo (Excite, Ivoclar Vivadent) e fotoativação. O preenchimento teve por finalidade evitar a influência da cor de fundo da câmara (FIG. 4). Além disso, para facilitar a manipulação dos espécimes, foram confeccionadas bases de resina composta na face palatal de todos os dentes (FIG. 5).



Fig.4

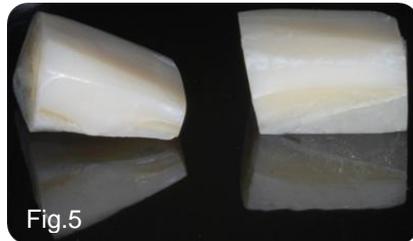
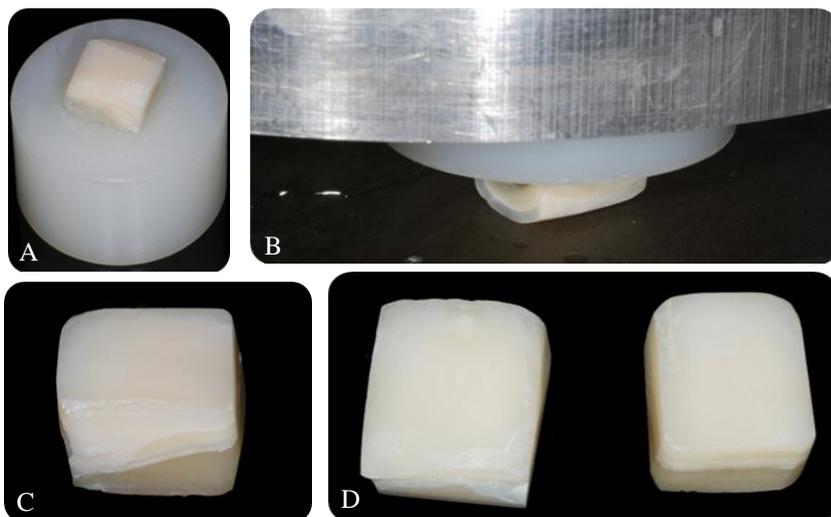


Fig.5

**Figura 4**– Preenchimento da câmara pulpar com resina.

**Figura 5**– Confeção da base palatal de resina composta

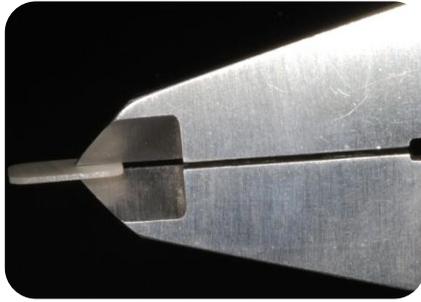
Para simular o preparo para faceta, o esmalte vestibular foi desgastado com lixa de SiC granulação #200 e peso 200g, sob refrigeração e em baixa velocidade com equipamento politriz (Panambra Struers DP-10, Panambra, São Paulo, Brasil), até obter a planificação da superfície. O procedimento foi realizado com um dispositivo (idealizado por Ana Rita Guimarães Duarte), que permitiu o paralelismo entre a superfície vestibular e a base de resina. Em seguida, o mesmo dispositivo foi utilizado para auxiliar no polimento do esmalte, com lixas de SiC de granulação #400, #600 e #1200. O polimento foi realizado durante 40s, para cada lixa, sob peso de 200g e, igualmente, em baixa velocidade e refrigeração (FIG.6 A-D).



**Figuras 6 A-D**– Planificação da superfície vestibular. (A) Espécime fixado em dispositivo para realização do desgaste. (B) Desgaste da superfície vestibular com lixa SiC #200 (C e D) Espécimes com preparo vestibular.

#### 4.2.2 Confeção das fatias cerâmicas

Para simular as facetas foram selecionados blocos cerâmicos (Vita Block Mark II, cor A2C/I10) utilizados em restaurações CAD-CAM. Cada bloco cerâmico foi seccionado em fatias de  $0,5\text{mm}\pm 0,1$ , com disco diamantado (Isomet 1000, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, EUA) em baixa velocidade e sob refrigeração. As fatias tiveram sua espessura mensurada com paquímetro digital (modelo 727, Starrett, Itu, SP, Brasil), sendo descartadas aquelas que apresentavam discrepância nos valores acima de  $0,5\pm 0,1\text{mm}$  (FIG. 7).



**Figura 7**– Mensuração da espessura da fatia.

Em seguida, as fatias cerâmicas tiveram a superfície interna planificada e externa polida, com lixas de SiC de granulação # 400 e #600, sob refrigeração e em baixa velocidade, com a finalidade de eliminar possíveis irregularidades proporcionadas pela secção das fatias, padronizar as superfícies de tratamento e permitir distribuição e reflexão de luz uniforme durante a mensuração da cor (FIG. 8).

Para identificar a superfície externa, uma marcação foi realizada, com caneta PILOT com tinta à base de álcool, na extremidade superior da fatia (FIG. 9).



**Fig.8**



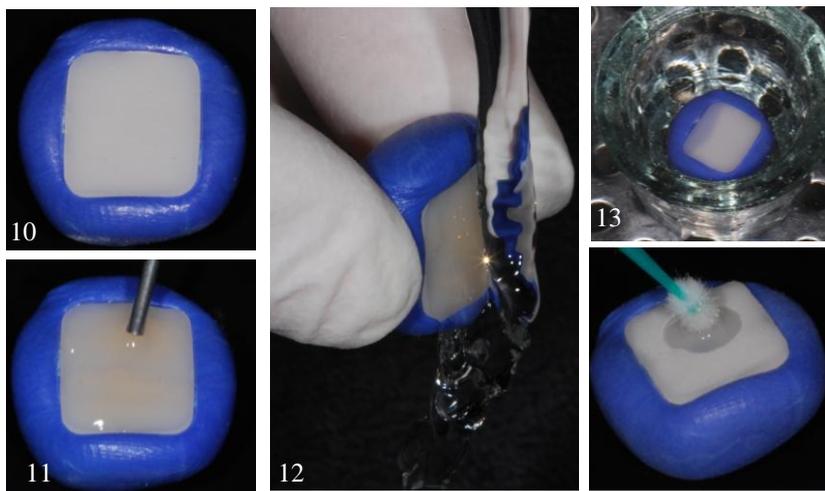
**Fig.9**

**Figura 8** – Polimento da cerâmica.

**Figura 9** – Identificação da cerâmica.

#### 4.2.3 Tratamento da superfície da cerâmica

Previamente à cimentação, foi realizado, individualmente, o tratamento da superfície interna da fatia cerâmica. A superfície externa da faceta foi previamente protegida com pasta pesada de silicona de adição e, posteriormente a superfície interna de cada fatia foi condicionada com ácido fluorídrico a 10% (Condac Porcelana<sup>®</sup>, FGM), durante 60s, seguido de lavagem e secagem com spray de ar (FIG. 10 a 13). Em seguida, a mesma foi submetida a banho em ultra-som, com água destilada durante 10min, para eliminar os resíduos formados pelo condicionamento. Após a secagem, foi realizada a silanização da superfície com líquido monocomponente, Monobond-S, durante 60s. Em seguida, foi realizada a volatilização da água do silano e de outros componentes com ar aquecido, para evitar contaminação (FIG. 14). Após a secagem, o sistema adesivo foi aplicado de acordo com o grupo, imediatamente antes do posicionamento da peça cerâmica.

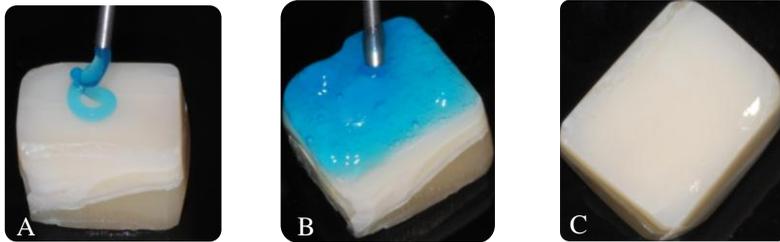


**Figuras 10 a 14**– (10) Inserção da faceta em silicona de adição. (11) Aplicação do ácido fluorídrico. (12) Lavagem do ácido (13) Banho de Ultra-som (14) Aplicação do silano.

#### 4.2.4 Tratamento do substrato

O tratamento do substrato foi realizado, individualmente, em cada dente. Previamente às etapas adesivas, a superfície do esmalte foi limpa com pasta profilática e escova Robinson em baixa velocidade.

A superfície de esmalte foi condicionada com ácido fosfórico 37% (Total Etch), por 30s (FIG. 15 A-C). Após lavagem com spray de água/ar, durante 60s, e secagem, foi realizado o procedimento adesivo de acordo com cada grupo.



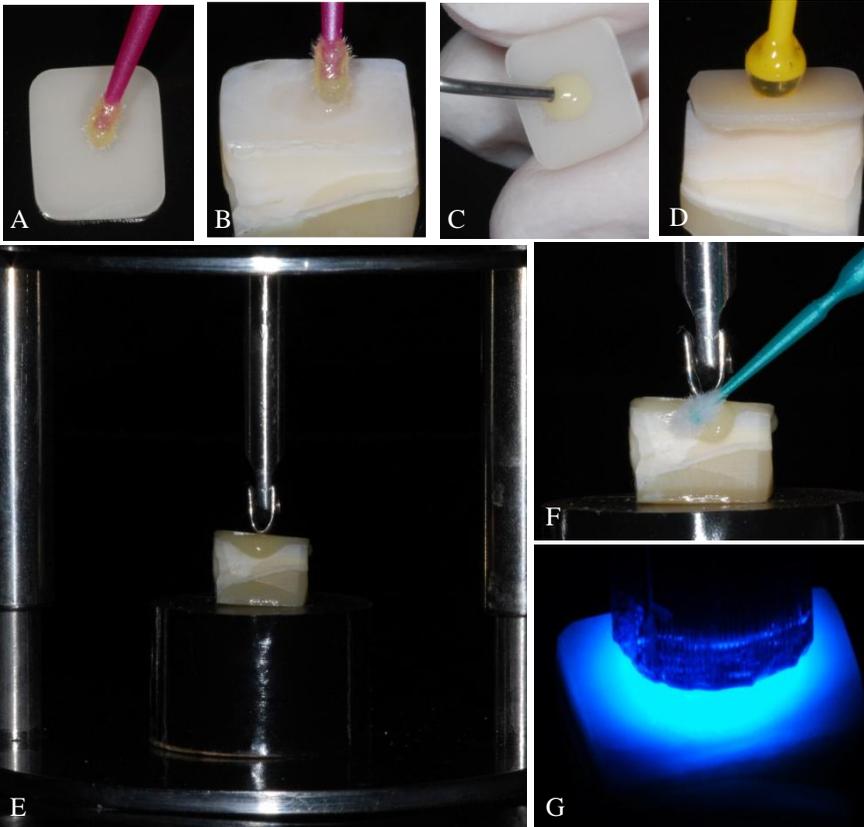
**Figuras 15 A-C**– (A e B) Condicionamento do esmalte com ácido fosfórico (C) Aspecto após a lavagem da superfície.

#### 4.2.5 Formação e distribuição das amostras

Os espécimes foram divididos, aleatoriamente, em 4 grupos de acordo com o material de cimentação:

- **Grupo 1 (CR-Foto):** Cimento resinoso fotopolimerizável (Variolink II/pasta base).

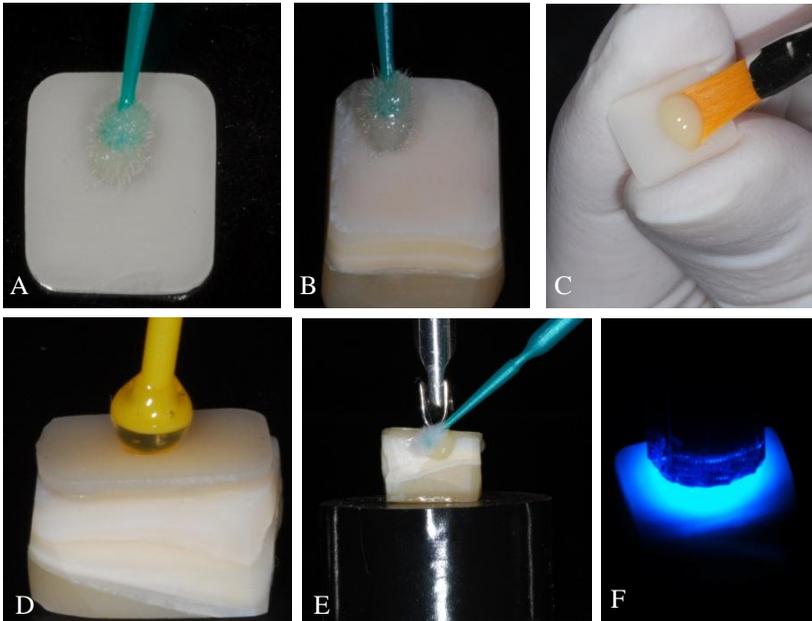
Neste grupo, após o tratamento do substrato, o sistema adesivo fotopolimerizável Excite (Ivoclar Vivadent) foi aplicado e esfregado durante 10s, seguido de um leve jato de ar por 1-3s a uma distância de 5mm e fotoativado por 20s. O mesmo adesivo foi aplicado na superfície interna da peça cerâmica, sem fotoativação. A pasta base do cimento resinoso foi dispensada com uma ponteira descartável, na superfície interna da cerâmica, que foi levada em posição, e levemente pressionada contra a superfície do dente. Os excessos de cimento foram removidos com auxílio de um pincel descartável. Neste momento, foi realizada a primeira mensuração espectrofotométrica da cor, com espectrofotômetro (Easyshade). Em seguida, o espécime foi posicionado em um dispositivo desenvolvido para cimentação (cedido por Flávia Delbons de Araújo), que permitiu uma padronização da espessura do cimento em todos os grupos (Apêndice). Um peso de 300g foi utilizado para simular a compressão manual (previamente mensurada pela pressão exercida durante a cimentação da fatia cerâmica) durante 160s, tempo decorrido da polimerização com LED (Translux® Power Blue®, Heraeus Kulzer) nas 4 margens da restauração durante 40s. A fotoativação das margens foi realizada com a ponteira da unidade fotoativadora perpendicular à superfície. Posteriormente, o espécime foi removido do dispositivo e realizado a fotoativação na superfície vestibular por 60s (FIG.16 A-G).



**Figuras 16 A-G**– Grupo 1 Cimento resinoso (base/fotopolimerizável) (A) Aplicação do sistema adesivo na peça cerâmica (B) Aplicação do sistema adesivo no substrato (C) Aplicação do cimento na superfície interna da cerâmica (D) Posicionamento da peça cerâmica (E) Posicionamento do espécime no dispositivo para controle da espessura cerâmica (F) Remoção de excessos (G) Fotopolimerização.

- **Grupo 2 (CR- Dual):** Cimento resinoso dual (Variolink II pasta base/catalisador).

Neste grupo, após o tratamento do substrato, foi aplicado o sistema adesivo dual Excite DSC (Ivoclar Vivadent). O adesivo apresenta-se em dose única e, para sua correta aplicação, pressão deve ser exercida sobre a haste do aplicador permitindo o rompimento da membrana que separa o iniciador do líquido adesivo e, conseqüente, contato entre eles. O adesivo foi aplicado e esfregado no esmalte por 10s, seguido de leve jato de ar 1-3s a uma distância de 5mm. O mesmo adesivo foi aplicado na superfície interna da cerâmica, sem fotoativação. As pastas base e catalisadora do cimento resinoso foram manipuladas na proporção de 1:1, durante 10s com espátula nº24. A manipulação foi conduzida cuidadosamente para evitar incorporação de ar, que pode aumentar as chances de haver degradação hidrolítica e, conseqüente, alteração nos resultados. A mistura obtida foi aplicada na superfície interna da cerâmica, que foi levemente pressionada contra a superfície do dente. Os excessos de cimento foram removidos com pincel descartável. O espécime foi posicionado no dispositivo de cimentação sob 300g, durante 160s, realizando os mesmos procedimentos descritos no grupo 1, até a fotopolimerização final (FIG 17 A-F).

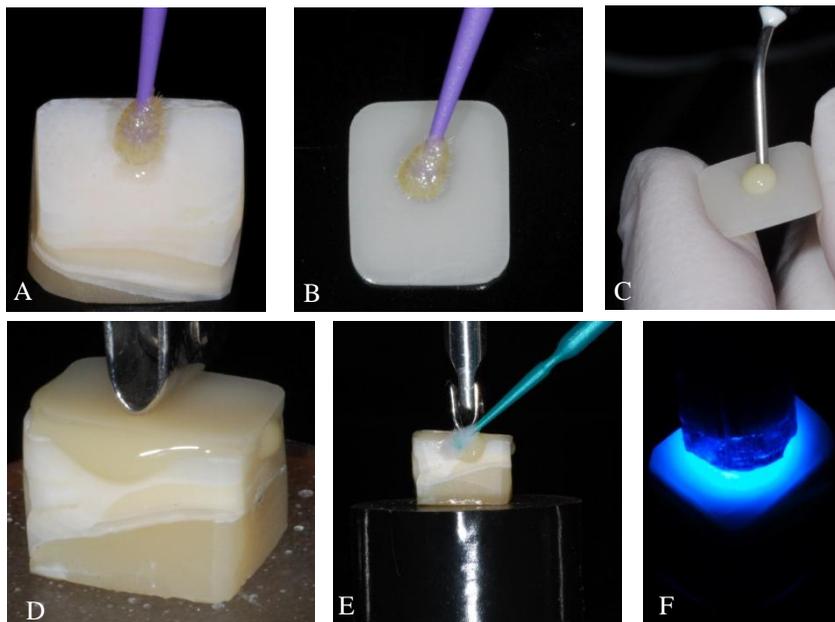


**Figuras 17 A-F**– Grupo 2: (A) Aplicação do sistema adesivo dual (DSC) na cerâmica (B) Aplicação do sistema adesivo no substrato (C) Aplicação do cimento resinoso (D) Posicionamento da peça (E) Remoção de excessos (F) Fotopolimerização final.

**- Grupo 3 (RC- Flow):** Resina composta flow (Tetric Flow).

Neste grupo, após o preparo da superfície cerâmica e do substrato foi aplicado o sistema adesivo Excite, de acordo com as instruções do fabricante. O mesmo adesivo foi aplicado na superfície interna da cerâmica, sem fotoativação. A resina flow foi aplicada na cerâmica com ponteira descartável. A cerâmica foi posicionada no dente preparado e levemente pressionada. Os excessos foram retirados com um pincel descartável. Em seguida, o espécime foi levado ao dispositivo de cimentação com carga de 300g por 160s, seguindo os mesmos procedimentos

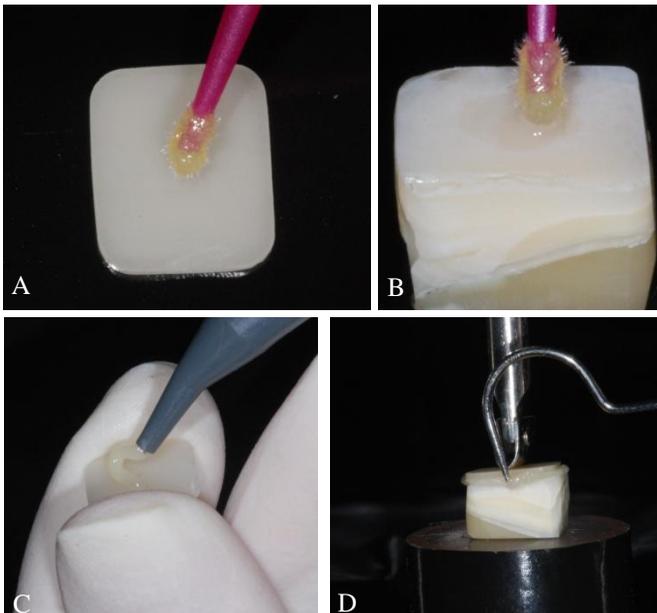
descritos para o grupo 1 e 2 até a fotopolimerização final (FIG. 18 A-F).



**Figuras 18 A-F**– Grupo 3 Resina composta Flow (A) Aplicação do sistema adesivo no substrato (B) Aplicação de sistema adesivo na cerâmica (C) Aplicação da resina composta flow (D) Posicionamento do espécime no dispositivo (E) Remoção dos excessos (F) Fotopolimerização.

- **Grupo 4 (RC- 4S):** Resina composta (4Seasons).

Neste grupo, após o tratamento do substrato, foi aplicado o sistema fotopolimerizável Excite (Ivoclar Vivadent) de acordo com as indicações do fabricante. O mesmo adesivo foi aplicado na superfície interna da cerâmica, sem fotoativação. Um incremento em torno de 2mm, de resina composta foi levado à superfície interna da cerâmica, com auxílio de uma seringa Centrix à fim de evitar incorporação de bolha de ar. Posteriormente, a peça foi posicionada e levemente pressionada contra o dente. Os excessos foram removidos com uma sonda exploradora. O espécime foi levado ao dispositivo de cimentação sob 300g, por 160s, e decorridos os mesmos procedimentos do grupo 1 e, até a fotopolimerização final (FIG. 19 A-D).



**Figura 19 A-E-** Grupo 4 Resinacomposta (A) Aplicação do adesivo na faceta (B) Aplicação do adesivo no substrato (C) Aplicação da resina composta (D) Remoção de excessos.

Os materiais cimentantes utilizados foram selecionados na cor A3, uma vez que essa cor é geralmente observada nos dentes naturais (BARATIERI et al. 2001).

Em todos os grupos, a fotoativação foi realizada com aparelho LED (Translux<sup>®</sup> Power Blue<sup>®</sup>, Heraeus Kulzer) com intensidade igual a 1000mW/cm<sup>2</sup> (radiômetro RD-7; ECEL, Ribeirão Preto, SP, Brasil). A ativação foi realizada sem nenhuma distância entre superfície externa da cerâmica e ponteira da unidade polimerizadora, totalizando 220s de exposição à luz.

Imediatamente após a fotoativação, cada espécime foi adequadamente identificado, para controle da avaliação da cor e, armazenados separadamente em recipiente protegidos da luz externa, evitando a interferência da mesma. Além disso, esponjas em cubos foram cortadas, umedecidas em água destilada e fixadas nas divisórias internas de um organizador, para preservar a umidade do ambiente. A água foi substituída a cada 2 dias. O recipiente permaneceu em temperatura aproximada de 37°C durante todo o período de avaliação (FIG. 20).



**Figura 20** – Armazenamento do espécime com respectiva guia.

#### 4.2.6 Termociclagem

Após 14 dias, os espécimes foram armazenados em frascos separados de acordo com o grupo e seu número de identificação e, submetidos à ciclagem térmica, com equipamento termociclador (Ética, modelo 521-E, Ética Equipamentos Científicos S/A, São Paulo, SP, Brasil). A ciclagem constituiu de 5,000 ciclos, de 30s, com intervalo de 3s, em temperaturas de 5°C e 55°C (CHO; YI; HEO, 2002; ISO TR11405). O número de ciclos corresponde ao envelhecimento de 6 meses (GALE; DARVELL, 1999).

#### 4.2.7 Mensuração da cor

Para verificar a estabilidade da cor dos agentes cimentantes, foi realizada a mensuração da cor com espectrofotômetro (Easy Shade, Vita, Alemanha) em 4 períodos:

**1° Período:** Previamente a fotoativação;

**2° Período:** Dente com a fatia cerâmica e o agente cimentante, imediatamente, após fotopolimerização;

**3° Período:** Após 1 semana da cimentação;

#### 4º Período: Após termociclagem dos espécimes.

A cor foi determinada através dos parâmetros do sistema internacional CIElab ( $L^*$   $a^*$   $b^*$ ), no qual  $L^*$  indica a luminosidade onde a média varia de 0 (preto) para 100 (branco) e  $a^*$  e  $b^*$  correspondem ao matiz, sendo  $a^*$  representante da saturação no eixo vermelho-verde e  $b^*$  no eixo azul-amarelo (FIG. 21), possibilitando a especificidade de qualquer cor. Os espécimes foram submetidos à leitura da cor sobre um bloco de fundo padrão branco (Standard for 45°/0° Reflectance and Color Gardner Laboratory Inc. Maryland EUA).



Figura 21- Esquema CIElab\*.

Previamente às mensurações, o equipamento foi calibrado pressionando, suavemente, a ponta contra o bloco de calibragem permitindo um ângulo de 90°. As mensurações foram realizadas com a ponteira perpendicular ao plano de leitura, sempre no mesmo local. Para padronizar o local de leitura, foram confeccionados guias de silicona, com perfuração de diâmetro igual ao da ponteira do espectrofotômetro (6mm). A perfuração foi realizada na região correspondente ao centro da faceta, onde

ocorre a maior intensidade de irradiação luminosa do aparelho fotopolimerizador (PRICE; FAHEY, 2010) (FIG. 22).



**Figura 22** – Confeção da guia de silicone para padronização do local de avaliação da cor.



**Figura 23** – Leitura da cor com espectrofotômetro (Easyshade).

Após ser emitida pelo aparelho e refletida pela faceta, o feixe de luz foi captado e registrado conforme os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  de cada amostra. As leituras foram realizadas após a completa secagem da superfície dos espécimes com papel absorvente (FIG. 23).

Após 1 semana e envelhecimento artificial, os espécimes foram submetidos à nova leitura da cor através do espectrofotômetro. Dessa forma, a estabilidade da cor foi

determinada pela diferença ( $\Delta E^*$ ) entre as coordenadas obtidas das amostras, antes e após, o procedimento de envelhecimento. Sendo calculada a partir da fórmula:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5}, \text{ onde}$$

$\Delta L^* = L^*2 - L^*1$  (leitura após termociclagem menos leitura prévia a fotoativação),

$\Delta a^* = a^*2 - a^*1$  (leitura após termociclagem menos leitura prévia a fotoativação),

$\Delta b^* = b^*2 - b^*1$  (leitura após termociclagem menos leitura prévia a fotoativação);

$\Delta L^* = L^*2 - L^*1$  (leitura após termociclagem menos leitura após fotoativação),

$\Delta a^* = a^*2 - a^*1$  (leitura após termociclagem menos leitura após fotoativação),

$\Delta b^* = b^*2 - b^*1$  (leitura após termociclagem menos leitura após fotoativação);

$\Delta L^* = L^*2 - L^*1$  (leitura após termociclagem menos leitura após fotoativação),

$\Delta a^* = a^*2 - a^*1$  (leitura após termociclagem menos leitura após fotoativação),

$\Delta b^* = b^*2 - b^*1$  (leitura após termociclagem menos leitura após 1 semana);

$\Delta L^* = L^*2 - L^*1$  (leitura após termociclagem menos leitura após 1 semana),

$\Delta a^* = a^*2 - a^*1$  (leitura após termociclagem menos leitura após 1 semana),

$\Delta b^* = b^*2 - b^*1$  (leitura após termociclagem menos leitura após 1 semana)

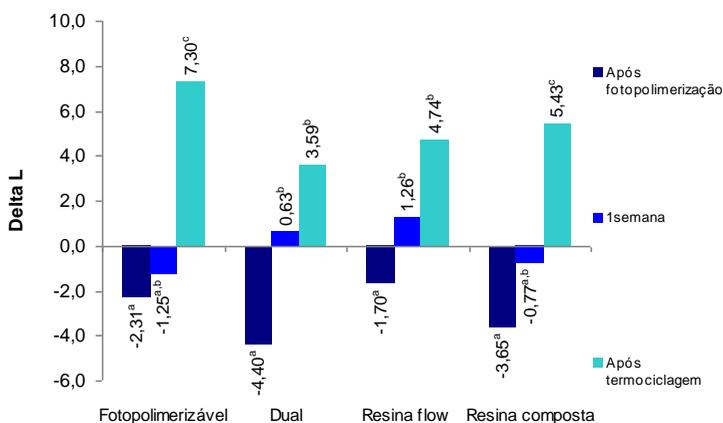
Onde valores de  $\Delta E \geq 3,3$  são considerados clinicamente inaceitáveis (RUYTER; NILNER; MOLLER, 1987; SEGHI; HEWLETT; KIM, 1989; HILGERT, 2009).

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados com o pacote estatístico SPSS (pacote estatístico para as ciências sociais), versão 15.0 para Windows. Inicialmente, foram testadas a distribuição dos resíduos e a aleatoriedade dos dados. Após estes procedimentos, foram conduzidas análises de variâncias (ANOVA). Para observar a variação do  $\Delta$  nos diferentes períodos de mensuração da cor, de acordo com cada grupo, aplicou-se a ANOVA com medidas repetidas e o teste de Bonferroni para ajustamento de comparações múltiplas. Com o objetivo de testar os valores médios de  $\Delta$  entre os grupos, em cada período, utilizou-se a ANOVA *one way* e o teste *post hoc* de Bonferroni para variâncias iguais. O nível de significância adotado em todas as análises foi menor ou igual a 0,05 ( $p \leq 0,05$ ).

## 5 RESULTADOS

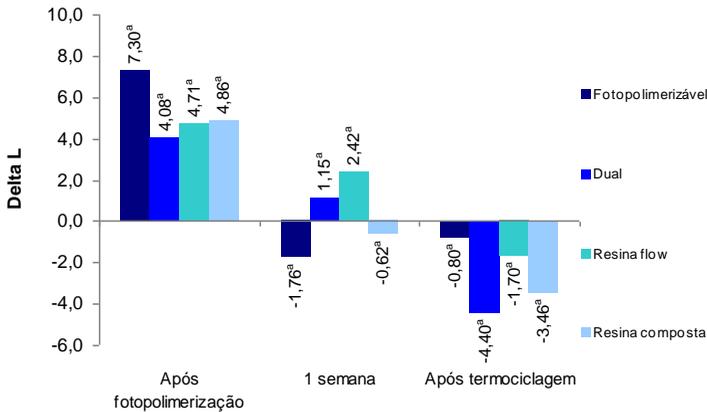
A partir da análise estatística, foi observado que os valores médios de  $\Delta L^*$ , dos grupos 1 (*CR- Foto*) e 4 (*RC- 4S*), logo após a fotopolimerização, não diferiram da média após 1 semana ( $-L^*$ = preto), mas foi estatisticamente diferente após o envelhecimento ( $+L^*$ = branco). A média após 1 semana de cimentação foi significativamente diferente da média após termociclagem, que por sua vez diferiu consideravelmente de todos os períodos de avaliação ( $p < 0,001$ ). Nos grupos 2 (*cimento dual*) e grupo 3 (*RC- Flow*), somente a média dos valores logo após a fotopolimerização ( $-L^*$ = preto) diferiu de todos os outros períodos ( $+L^*$ = branco), com 1 semana e após envelhecimento ( $p < 0,001$ ) (Graf. 1).



**Gráfico 1.** Valores de  $\Delta L$  dos grupos, nos períodos de avaliação após fotoativação.

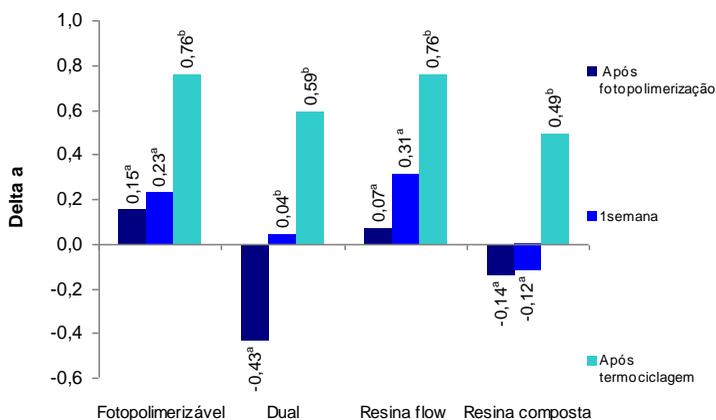
Nota: em cada tratamento, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si (teste de Bonferroni,  $p \leq 0,05$ ).

Entre os grupos não houve diferença significativa de  $L^*$  em nenhum período de avaliação (Graf. 2).



**Gráfico 2.** Valores de  $\Delta L$  dos grupos, nos períodos de avaliação após fotoativação. Comparação entre os grupos. Nota: em cada tempo, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si (teste de Bonferroni,  $p \leq 0,05$ ).

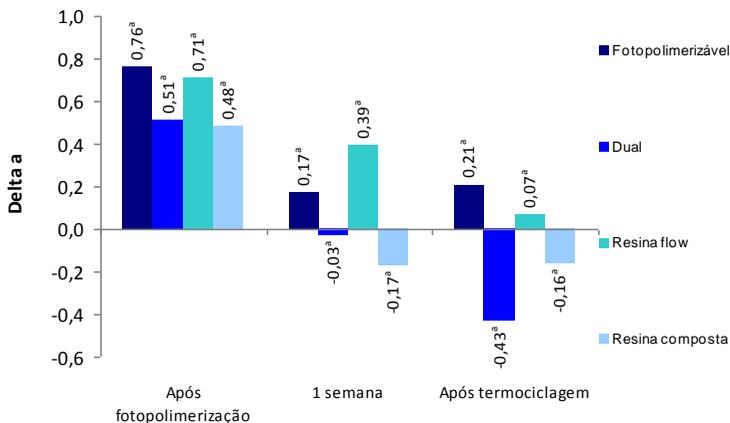
Para  $\Delta a^*$ , as médias demonstraram diferenças significativas para todos os grupos, com respostas distintas nos períodos investigados. Nos grupos 1 (*CR- Foto*) e 4 (*RC-4S*), foi observada diferença estatística entre a média obtida logo após a fotoativação e após o envelhecimento ( $p < 0,001$ ), com aumento crescente dos valores (+a= vermelho). Para o grupo 2 (*CR-Dual*), os valores médios foram maiores após 1 semana e envelhecimento (+a= vermelho), e diferiram significativamente dos valores obtidos imediatamente após a fotoativação (-a= verde) ( $p = 0,002$ ). No grupo 3 (*RC- Flow*), não foram identificadas diferenças entre os valores imediatamente após fotoativação e 1 semana (+a= vermelho), entretanto, ambos foram diferentes após envelhecimento (+a= vermelho) ( $p = 0,001$ ).



**Gráfico 3.** Valores de  $\Delta a$  dos grupos, nos períodos de avaliação após fotoativação.

Nota: em cada tratamento, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si (teste de Bonferroni,  $p \leq 0,05$ ).

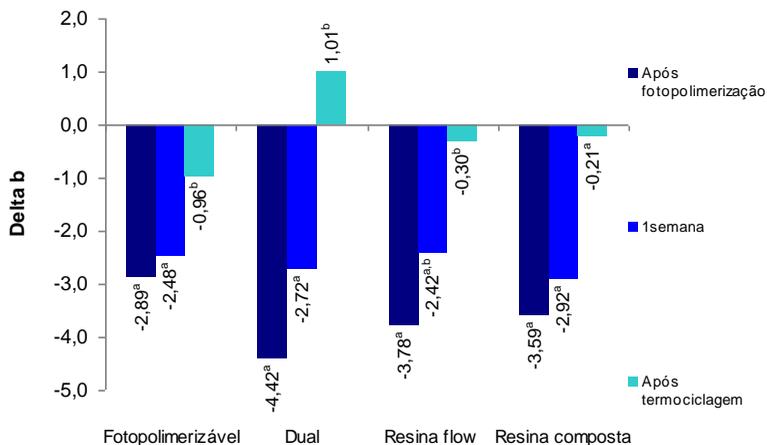
Todos os grupos apresentaram aumento crescente na coordenada  $a^*$  em relação à cor vermelha (Graf. 3). Além disso, não houve diferença entre os valores de  $a^*$  quando comparado entre os grupos, independente do período avaliado (Graf. 4).



**Gráfico 4.** Valores de  $\Delta a$  dos grupos, nos períodos de avaliação após fotoativação. Comparação entre grupos. Nota: em cada tempo, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si (teste de Bonferroni,  $p \leq 0,05$ ).

Em relação à coordenada  $\Delta b^*$ , os grupos 1 (*CR- Foto*) e 2 (*CR- Dual*) apresentaram diferenças significativas logo após a fotoativação e com 1 semana de cimentação, em comparação à avaliação após a termociclagem, todos com aumento dos valores, no sentido de  $-b^*$  (azul) para  $+b^*$  (amarelo) ( $p = 0,01$ ). No grupo 3 - *resina flow*, a média obtida imediatamente após a ativação não diferiu da observada com 1 semana de cimentação ( $-b^* =$  azul), mas foi estatisticamente diferente daquelas observadas após envelhecimento ( $p = 0,003$ ). Já os valores médios para 1 semana e após envelhecimento não diferiram significativamente entre si.

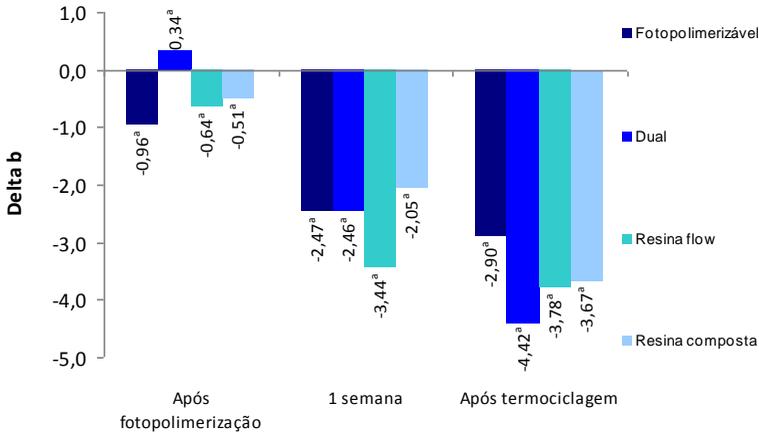
O grupo 4 - *resina composta* não apresentou diferenças entre as médias nos tempos de avaliação ( $-b^* =$  azul) ( $p = 0,084$ ). O cimento dual foi o único grupo que apresentou valores de  $b^*$  positivos ( $+b^* =$  amarelo) durante os períodos de teste (Graf. 5).



**Gráfico 5.** Valores de  $\Delta b$  dos grupos, nos períodos de avaliação após fotoativação.

Nota: em cada tratamento, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si (teste de Bonferroni,  $p \leq 0,05$ ).

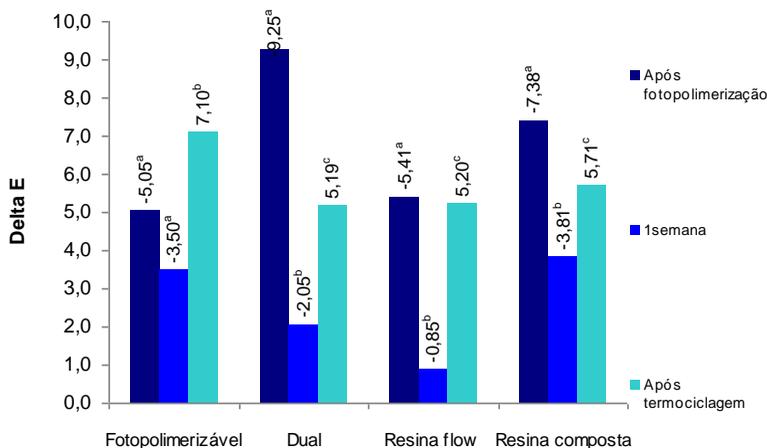
Não houve diferença entre os valores de  $b^*$ , para qualquer período, comparado entre os grupos experimentais (Graf. 6).



**Gráfico 6.** Valores de  $\Delta b$  dos grupos, nos períodos de avaliação após fotoativação. Comparação entre os grupos. Nota: em cada tempo, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si (teste de Bonferroni,  $p \leq 0,05$ ).

Os resultados apresentados para  $\Delta E^*$  indicaram que no grupo 1 - *cimento fotopolimerizável*, os valores médios foram semelhantes apenas imediatamente após a ativação e com 1 semana, sendo os demais tempos diferentes entre si ( $p < 0,001$ ). Nos grupos 2 – *CR- Dual* e grupo 3 – *RC- Dual*, as médias aumentaram significativamente entre os períodos de observação e estes foram diferentes entre si ( $p < 0,001$ ). No grupo 4 – *RC- 4S*, a comparação de todos os períodos apresentou diferença significativa ( $p < 0,001$ ) (Graf. 7).

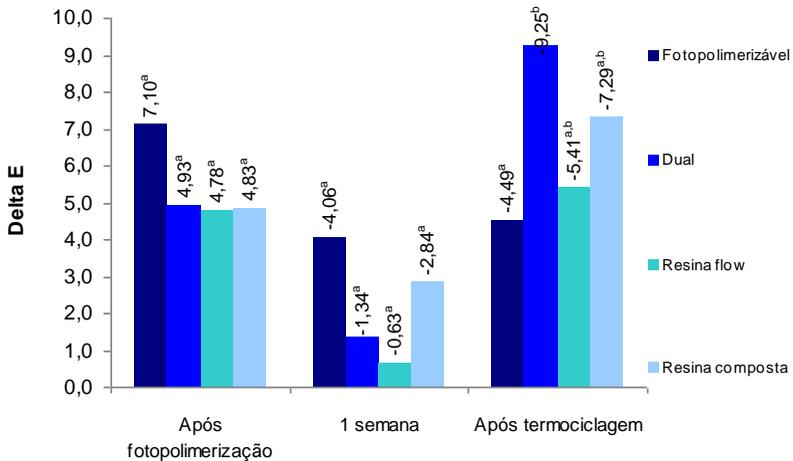
Mais informações sobre a variação temporal dos deltas em cada tratamento são apresentadas na Tabela 1.



**Gráfico 7.** Valores de  $\Delta E$  dos grupos, nos períodos de avaliação após fotoativação.

Nota: em cada tratamento, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si (teste de Bonferroni,  $p \leq 0,05$ ).

A comparação entre os grupos revelou diferença significativa de  $\Delta E$  entre os grupos somente após o envelhecimento. Houve diferença significativa entre o grupo 1 – CR- Foto ( $\Delta E=4,49$ ) e o grupo 2 – CR- Dual ( $\Delta E=9,25$ ), entretanto, não houve diferença do grupo 3 – RC- Flow ( $\Delta E=5,41$ ) e grupo 4 – RC- 4S ( $\Delta E=7,29$ ), para o grupo 1 – CR- Foto, bem como, para o grupo 2 – CR- Dual (Graf. 8).



**Gráfico 8.** Valores de  $\Delta E$  dos grupos, nos períodos de avaliação após fotoativação. Comparação entre os grupos. Nota: em cada tempo, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si (teste de Bonferroni,  $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 1.** Comparação dos valores médios dos  $\Delta$  de cada período, segundo o grupo.

$\Delta$	Grupos	Após fotoativação (1)	1 semana (2)	Após termociclagem (3)	<i>p</i>
		$\bar{x}$ (IC95%)	$\bar{x}$ (IC95%)	$\bar{x}$ (IC95%)	
<b>a</b>	1	0,15 (-0,28; 0,58) <sup>a</sup>	0,23 (-0,20; 0,66) <sup>a</sup>	0,76 (0,33; 1,19) <sup>b</sup>	<b>&lt;0,001</b>
	2	-0,43 (-0,93; 0,07) <sup>a</sup>	0,04 (-0,50; 0,54) <sup>b</sup>	0,59 (0,09; 1,09) <sup>b</sup>	<b>0,002</b>
	3	0,07 (-0,53; 0,07) <sup>a</sup>	0,31 (-0,29; 0,91) <sup>a</sup>	0,76 (0,16; 1,36) <sup>b</sup>	<b>0,001</b>
	4	-0,14 (-0,46; 0,18) <sup>a</sup>	-0,12 (-0,44; 0,20) <sup>a</sup>	0,49 (0,17; 0,81) <sup>b</sup>	<b>0,002</b>
<b>b</b>	1	-2,89 (-4,20; -1,58) <sup>a</sup>	-2,48 (-3,79; -1,17) <sup>a</sup>	-0,96 (-2,27; 0,35) <sup>b</sup>	<b>0,010</b>
	2	-4,42 (-5,80; -3,04) <sup>a</sup>	-2,72 (-4,10; -1,34) <sup>a</sup>	1,01 (-0,37; 2,39) <sup>b</sup>	<b>&lt;0,001</b>
	3	-3,78 (-5,17; -2,40) <sup>a</sup>	-2,42 (-3,81; -1,04) <sup>a,b</sup>	-0,30 (-1,69; 1,09) <sup>b</sup>	<b>0,003</b>
	4	-3,59 (-5,53; -1,65)	-2,92 (-4,86; -0,98)	-0,21 (-2,15; 1,73)	0,084
<b>L</b>	1	-2,31 (-4,56; -0,07) <sup>a</sup>	-1,25 (-3,50; 1,00) <sup>a,b</sup>	7,30 (5,06; 9,55) <sup>c</sup>	<b>&lt;0,001</b>
	2	-4,40 (-6,40; -2,40) <sup>a</sup>	0,63 (-1,37; 2,63) <sup>b</sup>	3,59 (1,59; 5,59) <sup>b</sup>	<b>&lt;0,001</b>
	3	-1,70 (-3,90; 0,50) <sup>a</sup>	1,26 (-0,94; 3,46) <sup>b</sup>	4,74 (2,54; 6,94) <sup>b</sup>	<b>0,001</b>
	4	-3,65 (-5,56; -1,74) <sup>a</sup>	-0,77 (-2,68; 1,14) <sup>a,b</sup>	5,43 (3,52; 7,34) <sup>c</sup>	<b>&lt;0,001</b>
<b>E</b>	1	5,05 (-8,08; -2,02) <sup>a</sup>	3,50 (-6,53; -0,47) <sup>a</sup>	7,10 (4,07; 10,13) <sup>c</sup>	<b>&lt;0,001</b>
	2	9,25 (-11,42; -7,08) <sup>a</sup>	2,05 (-4,22; 0,12) <sup>b</sup>	5,19 (3,02; 7,36) <sup>d</sup>	<b>&lt;0,001</b>
	3	5,41 (-7,53; -3,29) <sup>a</sup>	0,85 (-2,97; 1,27) <sup>b</sup>	5,20 (3,08; 7,32) <sup>d</sup>	<b>&lt;0,001</b>
	4	7,38 (-9,63; -5,13) <sup>a</sup>	3,81 (-6,06; -1,56) <sup>b</sup>	5,71 (3,45; 7,96) <sup>c</sup>	<b>&lt;0,001</b>

IC95%: intervalo de confiança de 95%.

Médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si (teste de Bonferroni,  $p \leq 0,05$ ).

Na análise dos valores de  $\Delta$  entre os grupos e em cada período (Tab. 2), foram observadas diferenças estatisticamente significativas somente para variável  $\Delta E$ , indicando diferenças entre o grupo 1- *CR- Foto* e o grupo 2- *CR- Dual* e semelhança para os demais ( $p= 0,039$ ), após envelhecimento.

**Tabela 2.** Comparação dos valores médios dos grupos, segundo os períodos.

$\Delta$	Tempos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	<i>p</i>
		(CR- Foto)	(CR- Dual)	(RC- Flow)	(RC- 4S)	
		$\bar{x}$ (IC95%)	$\bar{x}$ (IC95%)	$\bar{x}$ (IC95%)	$\bar{x}$ (IC95%)	
a	1	0,76 (0,38; 1,14)	0,51 (0,13; 0,89)	0,71 (0,33; 1,09)	0,48 (0,10; 0,86)	0,636
	2	0,17 (-0,32; 0,66)	-0,03 (-0,52; 0,46)	0,39 (-0,10; 0,88)	-0,17 (-0,66; 0,32)	0,388
	3	0,21 (-0,24; 0,66)	-0,43 (-0,88; 0,02)	0,07 (-0,38; 0,52)	-0,16 (-0,61; 0,29)	0,213
b	1	-0,96 (-2,60; 0,68)	0,34 (-1,30; 1,98)	-0,64 (-2,28; 1,00)	-0,51 (-2,15; 1,13)	0,706
	2	-2,47 (-4,57; -0,37)	-2,46 (-4,56; -0,36)	-3,44 (-5,54; -1,34)	-2,05 (-4,15; 0,05)	0,808
	3	-2,90 (-3,98; -1,82)	-4,42 (-5,50; -3,34)	-3,78 (-4,86; -2,70)	-3,67 (-4,75; -2,59)	0,268
L	1	7,30 (5,32; 9,28)	4,08 (2,10; 6,06)	4,71 (2,73; 6,69)	4,86 (2,88; 6,84)	0,116
	2	-1,76 (-4,05; 0,53)	1,15 (-1,14; 3,44)	2,42 (0,13; 4,71)	-0,62 (-2,91; 1,67)	0,061
	3	-1,80 (-3,63; 0,03)	-4,40 (-6,23; -2,57)	-1,70 (-3,53; 0,13)	-3,46 (-5,29; -1,63)	0,114
E	1	7,10 (5,06; 9,14)	4,93 (2,89; 6,97)	4,78 (2,74; 6,82)	4,83 (2,79; 6,87)	0,302
	2	4,06 (-6,96; -1,16)	1,34 (-4,24; 1,56)	0,63 (-3,53; 2,27)	2,84 (-5,74; 0,06)	0,341
	3	4,49 (-6,92; -2,06) <sup>a</sup>	9,25 (-11,68; -6,82) <sup>b</sup>	5,41 (-7,84; -2,98) <sup>a,b</sup>	7,29 (-9,72; -4,86) <sup>a,b</sup>	<b>0,039</b>

IC95%: intervalo de confiança de 95%.

Médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si (teste *post hoc* de Bonferroni,  $p \leq 0,05$ ).

As unidades de Lab\* não foram significativamente diferentes entre os grupos. Houve tendência crescente para +L\* (branco), +a\* (vermelho) e -b\* (azul) nos tempos analisados. Todos os grupos sofreram alterações significantes em  $\Delta E$  ( $>3,3$ ) durante os períodos avaliados. Entretanto, os maiores valores foram observados com cimento dual ( $\Delta E=9,25$ ) e menores para cimento fotopolimerizável ( $\Delta E=4,49$ ), ambos após envelhecimento.

O envelhecimento mostrou influenciar a estabilidade da cor dos materiais cimentantes.

## 6 DISCUSSÃO

Inúmeros são os estudos que relatam o bom desempenho clínico de facetas cerâmicas ao longo do tempo (FRADEANI, 1998; PEUMANS *et al.*, 1998; DUMFAHRT; SCHÄFFER, 2002; PEUMANS *et al.*, 2004; FRADEANI; REDEMAGNI; CORRADO, 2005; LAYTON; WALTON, 2007; AYKOR; OZEL, 2009). Além da excelência estética obtida devido às características ópticas da cerâmica, as facetas permitem preparos extremamente conservadores comparados com os de coroa total (EDELHOFF; SORENSEN, 2002). Este conservadorismo possibilita a restrição da restauração em esmalte, o que induz melhor retenção entre material restaurador, agente cimentante e substrato (PEUMANS *et al.*, 1999; BURKE *et al.*, 2002).

Pesquisas revelaram que materiais à base de resina apresentam menor solubilidade, melhores propriedades mecânicas e, ainda, adesão satisfatória com o substrato dentário comparada com os cimentos convencionais (ROSENSTIEL; LAND; CRISPIN, 1998). Portanto, torna-se justificável a escolha por materiais resinosos como materiais de cimentação neste estudo.

O agente cimentante à base de resina pode facultar resultados indesejáveis, como modificação colorimétrica (HEKIMOĞLU; ANIL; ETIKAN, 2000). Tais alterações podem influenciar a cor final de restaurações cerâmicas de diferentes espessuras (KUCUKESMEN *et al.*, 2008).

Como a cor destes materiais altera com o tempo, métodos de envelhecimento *in vitro* são correlacionados com a simulação de longos períodos clínicos (JANDA *et al.*, 2007). Ainda que vários protocolos experimentais sejam conhecidos e investigados, a ciclagem térmica deve ser considerada por ser um método simples de envelhecimento artificial (MORLEY; STOCKWELL, 1977). A técnica constitui de imersões

seqüenciadas em solução aquosa fria (5°C) e quente (55°C), capaz de reproduzir situações clínicas, como ingestão de alimentos e bebidas de diferentes temperaturas (GALE; DARVELL, 1999).

Kitasako *et al.* (2000); Montes-g, Draughn (1986), constataram que a água tem papel fundamental na lixiviação (perda de substância de um material sólido através da dissolução em um líquido) de componentes não polimerizados de material à base de resina. Talvez por isso, os experimentos como de Walker; Spencer; Eick, (2003), apresentaram valores de resistência flexural reduzidos, quando submeteram espécimes de cimento resinoso a teste de resistência flexural, após armazenamento por períodos prolongados em água. Interessantemente, o módulo flexural observado pelos autores não foi alterado, o que permitiu concluir que a interface matriz resinosa/carga corresponde a um elo frágil passível de degradação hidrolítica além de contribuir para a redução da coesão do cimento. Além disso, Cho; Yi; Heo (2002) especularam que a sorção de água, através do envelhecimento por termociclagem, pode causar alterações nas propriedades mecânicas das resinas compostas.

Segundo Janda *et al.* (2005), apesar do teste de envelhecimento artificial com luz ser amplamente citado para comparar estabilidade da cor de compósitos, os autores observaram, através da comparação de meios de armazenamento: a seco; em água e, com envelhecimento artificial, que a água é também altamente influente nos valores de Lab\* e  $\Delta E$ .

De fato, neste estudo a exposição prolongada dos espécimes à água proporcionou alterações significativas dentro do parâmetro observado, sendo todas as coordenadas do sistema Lab\* afetadas. Tornando, em geral, mais luminosos, mais vermelhos e mais azulados independente do grupo.

O eixo L\* (representativo de valor) tem sido associado à alteração do índice de refração de luz, correspondente ao

contato prolongado da matriz resinosa com a água que admite absorção da solução (SARAFIANOU *et al.*, 2007; KARAAGACLIOGLU; YILMAZ, 2008).

Os valores apresentados, neste trabalho, de  $\Delta L^*$ , foram crescentes de negativo ( $-L^*$ =preto) para positivo ( $+L^*$ =branco) durante o período investigado para todos os grupos. A maior variação foi no *cimento fotoativado* (Variolink II) após o envelhecimento ( $\Delta L=7,3$ ). A ausência de diferença entre os grupos, (*cimento fotopolimerizável, dual, resina flow e composta*), pode ser pelo fato de apresentarem composição semelhantes. Valores positivos expressos em  $\Delta L^*$  também foram observados em outras pesquisas (BAGHERI; BURROW; TYAS, 2005; JANDA *et al.* 2005; SARAFIANOU *et al.*, 2007) que expuseram o material resinoso à água. Houve, portanto, um aumento de valor nos materiais pesquisados.

A polimerização dos materiais à base de resina é determinada pelos componentes do sistema iniciador, como a canforoquinona (SHINTANI, YAMAKI, INOUE, 1985). Entretanto, para uma melhor eficiência na prevenção de radicais livres, co-iniciadores são adicionados ao produto. As substâncias frequentemente associadas são as aminas terciárias. Apesar de sua eficiência polimerizadora, estes produtos podem causar escurecimento (vermelho/marrom) do material no decorrer do tempo (ALVIM *et al.* 2007).

Os dados de  $a^*$ , neste estudo, apresentaram tendência crescente no sentido de  $+a^*$  (vermelho), durante todo período avaliado. Estes valores sugerem que a alteração da cor não somente está relacionada com o efeito do envelhecimento, mas também com a composição química do material avaliado. Entretanto, é extremamente difícil correlacionar a alteração da cor somente pela composição do material, uma vez que os fabricantes não fornecem dados precisos sobre este aspecto.

Possivelmente, uma fotoativação adequada permite menor alteração da cor do material resinoso. De acordo com Pires-de-Souza *et al.* (2007) e Brackett *et al.* (2007), a ativação

de determinados compósitos com unidades polimerizadoras de alta intensidade garante maior estabilidade da cor e menor quantidade de amarelo residual. Alguns autores associaram a estabilidade da cor com o grau de conversão do material resinoso (BRACKETT *et al.*, 2007), por outro lado, outras investigações não permitiram a mesma afirmativa (SARAFIANOU *et al.*, 2007).

Os valores de  $b^*$  apresentaram tendência em aumentar no sentido de azul ( $-b^*$ ) para amarelo ( $+b^*$ ), nos diferentes períodos da análise. Contudo, nenhum grupo atingiu valor  $+b^*$ , exceto o grupo com *cimento dual* (Variolink II), após o envelhecimento.

Pode-se argumentar que os valores negativos de  $b^*$  ( $-b^*$ =azul), observados neste estudo, podem estar relacionados com a polimerização adequada dos agentes cimentantes. A alta intensidade de luz e o maior tempo de polimerização descritos na metodologia deste estudo possivelmente permitiram grau de conversão suficiente para evitar monômeros residuais no compósito. Além disso, a capacidade de alguns fotoiniciadores em dissociar o grupo cromóforo (parte da molécula responsável por sua cor), também é associada a valores de  $-b^*$  (ALVIM *et al.* 2007). Janda *et al.* (2004) observaram forte influência da unidade fotoativadora e do tempo de fotoativação nos valores de  $b^*$ . A exposição de compósitos à luz halógena permitiu melhor conversão da canforoquinona, comparado com plasma e, portanto, valores mais claros de  $b^*$  ( $-b^*$ ). Os autores especularam que a densidade e o espectro de emissão de luz também podem colaborar para a obtenção deste resultado (JANDA *et al.*, 2004).

Os valores positivos de  $b^*$ , revelado para o cimento dual, podem estar relacionados com a composição do material (SCHULZE *et al.* 2003). Mesmo apresentando características de cura química, a fotoativação parece ser uma etapa fundamental para garantir boa propriedade mecânica e estabilidade da cor deste material (EI-BADRAWY; EI-MOWAFY, 1995; KOISHI *et al.* 2002). Portanto, a opção por fotoativar o cimento dual suporta este procedimento no presente estudo.

O efeito amarelado é inerente do agente iniciador mais comum dentre os materiais restauradores fotoativados, a canforoquinona (SHINTANI, YAMAKI, INOUE, 1985). Esta substância química tem a capacidade de absorver luz azul (455 a 492 nm) e refletir comprimentos de onda entre amarela e laranja. A presença e a quantidade desta substância variam de material para material, sendo indispensável para obter boas propriedades mecânicas (RUEGGEBERG; ERGLE; LOCKWOOD, 1997; ALVIM *et al.*, 2007). Apesar dos valores de  $+b^*$  para o cimento dual, estes não foram significativamente diferentes dos outros grupos. Uma hipótese é de que a ativação tenha possibilitado adequada conversão dos monômeros.

A discrepância da cor entre 2 objetos ou de um mesmo objeto avaliado em diferentes períodos é determinada por  $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5}$ . Seus valores são considerados perceptíveis e/ou aceitáveis ou inaceitáveis clinicamente. A perceptibilidade visual corresponde a valores de  $\Delta E < 1$ . Entretanto, é importante ressaltar que estes valores geralmente são obtidos em ambiente padrão de luz e observador experiente (SEGHI; HEWLETT; KIM, 1989). Por outro lado, os valores inaceitáveis clinicamente não são muito bem estabelecidos, variando entre  $\Delta E > 2$  e  $\Delta E \geq 3.3$  (SEGHI; HEWLETT; KIM, 1989; HILGHERT, 2009). Nesta pesquisa, o valor considerado como inaceitável clinicamente foi  $\Delta E \geq 3.3$ , sugerido por Hilghert (2009), através de comparações de análise da cor visual e espectrofotométrica de facetas cerâmicas utilizadas para disfarçar alterações da cor do substrato dentário.

De acordo com os resultados do estudo, o valor de  $\Delta E$  variou durante todas as etapas avaliadas (Gráficos 7 e 8). No entanto, não houve diferença significativa entre os grupos durante os 2 primeiros períodos de avaliação. Valores elevados de  $\Delta E$  foram observados logo após a fotoativação dos materiais ( $\Delta E = 7,10$  a  $\Delta E = 4,78$ ), reduzindo após 1 semana ( $\Delta E = 0,63$ ). Estes achados podem ser relacionados com a etapa de polimerização dos materiais (KUCUKESMEN *et al.*, 2008). A redução dos valores após 1 semana podem estar associada com efeito pós cura dos materiais à base de resina, onde, mesmo na ausência de luz, a conversão de monômeros em polímeros

persiste (SENSI *et al.* 2006). Este aumento do grau de conversão é correlacionado com a estabilidade da cor da resina (BRACKETT *et al.*, 2007). Além disso, alguns fotoiniciadores são capazes de quebrar o cromóforo (responsável pela coloração da canforoquinona) após o processo de polimerização, reduzindo os efeitos da cor intensa do material resinoso (ALVIM *et al.* 2007). Os valores após o envelhecimento sugerem que a exposição destes materiais a longos períodos em água pode causar alterações perceptíveis na cor, concordando com outros achados (BUHELLA *et al.*, 2002; JANDA *et al.*, 2005; KARAAGACLIOGLU; YILMAZ 2008).

A simulação das etapas clínicas procedidas para cimentação de facetas cerâmicas, neste estudo, foi conduzida pela padronização da superfície do substrato dentário através da planificação do esmalte, simulando um preparo para faceta. Além disso, foram padronizadas espessura da interface cimentante e espessura da faceta cerâmica.

Estudos que avaliam a estabilidade da cor de cimentos resinosos são conduzidos de maneira direta, sem sobreposição da restauração ou com espessuras de cimento acima da obtidas clinicamente (HEKIMOĞLU; ANIL; ETIKAN, 2000; KOISHI *et al.*, 2002; KUCUKESMEN *et al.*, 2008). Diferentes espessuras de compósito e cerâmicas podem alterar valores de translucidez e, conseqüentemente, a cor do material (BARATIERI *et al.* 2008; KUCUKESMEN *et al.*, 2008). Neste trabalho, o cimento foi avaliado simulando as condições clínicas, possibilitando a reprodução de espessuras de agente cimentante, estimadas clinicamente sob facetas cerâmicas, com média de 26µm a 80µm (PRAKKI *et al.* 2007). Mesmo com espessuras de cimentos variando entre 26 e 80µm, não foi possível observar diferença da cor significativa entre os grupos.

Outro argumento para tal escolha é o fato da distância de polimerização entre a ponteira da unidade fotoativadora e o material fotopolimerizável apresentarem correlação inversa quanto às propriedades mecânicas do material (LINDEN *et al.*, 1991; EI-BADRAWY; EI-MOWAFY, 1995; LEE *et al.*, 2008; MENG; YOSHIDA; ATSUTA, 2008). Não por coincidência, neste

estudo, a ativação foi conduzida através de uma fatia cerâmica, representativa de facetas com 0,5mm de espessura.

Alguns autores preconizam o uso de resinas compostas para cimentação de facetas cerâmicas. A escolha destes materiais está baseada em algumas vantagens bem como, facilidade de manuseio, boa consistência e estabilidade da cor. Sua manipulação em temperatura ambiente e aplicação com ponteiros descartáveis são sugeridas como método de prevenção à incorporação de bolhas de ar. Fato que resulta em áreas acinzentadas e mais susceptíveis à degradação hidrolítica (MAGNE; BELSER 2003).

Apesar do cuidado tomado durante a manipulação da resina em temperatura ambiente e inserção do material na cerâmica com ponteiros descartáveis, as maiores espessuras da linha de cimentação foram observadas com o grupo 4 (*resina composta*), provavelmente, devido a sua alta viscosidade. Além disso, a análise em MEV revelou bolhas de ar na linha de cimentação das facetas cimentadas com resina composta (grupo 4), sendo ausente em todos os outros grupos testados. Apesar, deste achado, a resina composta não apresentou diferença da cor quando comparado aos outros grupos. Entretanto, pode-se supor que maiores períodos de avaliação podem revelar resultados inferiores. Esta hipótese é baseada na análise dos valores crescentes de  $\Delta E$ , similares aos do cimento dual, obtidos após o envelhecimento.

De acordo com Magne e Belser (2003) os cimentos duais não devem ser utilizados para cimentar restaurações cerâmicas com espessura inferior à 2mm. Essa afirmativa é baseada, entre outras propriedades, na instabilidade da cor material, que ocorre devido à degradação da amina terciária presente em sua composição. Nesse caso, utilizar outro tipo de material fotoativado é a sugestão desses autores (DARR; JACOBSEN 1995). Para evitar este inconveniente, materiais fotopolimerizados como resina composta e resina flow são sugeridos. Entretanto, apesar de apresentarem o mesmo modo de ativação, nesta pesquisa a comparação da cor entre cimento dual, resina flow e resina composta foi semelhante após o

envelhecimento dos materiais, com valores relativamente altos ( $\Delta E = 9,23$ ;  $5,41$  e  $7,29$  respectivamente), sugerindo questionamento em relação à indicação destes materiais como agentes cimentantes para facetas cerâmicas.

A interpretação da cor está relacionada com diversos parâmetros, bem como objeto, luz e observador (SALESKI, 1972; BARNA *et al.*, 1981; RUYTER; NILNER; MOLLER, 1987). Suas diferentes correlações podem influenciar na percepção visual da cor (BROWNING *et al.*, 2009). Johnston e Kao (1989) relataram que o meio externo pode influenciar durante a leitura da cor, possibilitando erros de interpretação. A fim de reduzir estas variáveis durante a etapa de escolha da cor em Odontologia, equipamentos padronizados estão sendo cada vez mais indicados (ĐOZIĆ *et al.*, 2007). Dentre os equipamentos disponíveis estão os colorímetros e os espectrofotômetros.

Vários autores confirmaram a superioridade dos espectrofotômetros comparada com métodos de avaliação da cor com colorímetro, câmera digital ou visual (HORN, BULANBRADY, HICKS, 1998; PAUL *et al.*, 2002; HUGO; WITZEL; KLAIBER, 2005; ĐOZIĆ *et al.*, 2007). Os colorímetros definem somente cores primárias (X- vermelho, Y-verde e Z-azul). Apesar da possibilidade de transformação destes dados para valores de Lab\*, não há uma avaliação real da magnitude da cor. Por outro lado, o espectrofotômetro permite a leitura da cor, croma e luminosidade dentro do sistema Lab\* definido pelo CIE em 1976, garantindo maior confiabilidade.

O espectrofotômetro utilizado neste trabalho foi o Easysshade. Esse equipamento apresenta padrão iluminante D65 (CIE 1963), correspondente à iluminação média do dia e ao padrão observador 2°, interpretando as células cone do olho humano, capazes de observar cor (CIE 1931). Esses aspectos padrões evitam influências externas do meio. As diferenças mínimas observadas, durante as 10 repetições/grupo nesta pesquisa, sugerem a precisão do equipamento. Resultados semelhantes de exatidão, com o mesmo aparelho, também foram observados por outros autores (ĐOZIĆ *et al.*, 2007).

A ausência de grandes discrepâncias entre os valores observados nos diferentes grupos permite afirmar que a composição do material apresenta forte influência nas características da cor. Essa afirmação tem como suporte o fato dos materiais serem do mesmo fabricante e apresentaram composições semelhantes, segundo a empresa (Ivoclar Vivadent). A opção por materiais da mesma empresa foi para comparar se, mesmo com composições semelhantes, algum modo específico de cimento apresenta maior ou menor influência sobre a cor final de facetas cerâmicas. Mesmo não havendo diferenças significantes entre cimento fotopolimerizável, flow e resina composta, o cimento fotopolimerizável apresentou valores de  $\Delta E$  inferiores após o envelhecimento (4,49). Pode-se especular que o tamanho, a quantidade e a distribuição de cargas do compósito podem ter influenciado nestes resultados (SCHULZE *et al.* 2003).

Apesar das boas propriedades mecânicas e excelência estética de materiais compósitos, a estabilidade da cor desses materiais expostos ao meio bucal continua sendo preocupante e sugere mais estudos correlacionando outros testes bem como outros materiais.

## 7 CONCLUSÕES

Dentro dos limites deste estudo e com base nos resultados obtidos é possível concluir que:

1. A estabilidade da cor de cimentos resinosos foi influenciada pelo tempo e pela termociclagem.
2. O cimento resinoso fotopolimerizável apresentou maior estabilidade de cor quando comparado com o cimento dual, entretanto, não foi diferente das resinas flow e composta.
3. A polimerização do cimentante influencia na cor final do cimento.

## REFERÊNCIAS<sup>2</sup>

Addison O, Fleming GJP. The influence of cement lute, thermocycling and surface preparation on the strength of a porcelain laminate veneering material. **Dent Mater**, 2004; 20: 286–292.

Alvim HH, Alécio AC, Vasconcellos WA, Furlan M, Oliveira JE de, J.R.C. Analysis of camphorquinone in composite resins as a function of shade. **Dent Mater**, 2007; 23: 1245-1249.

Aristidis GA, Dimitra B. Five-year clinical performance of porcelain laminate veneers. **Quintessence Int**, 2002; 33: 185-189.

Assunção e Souza RO, Michida SMA, Takahashi FE, Bottino MA, Balducci I. Estabilidade de cor de uma resina composta indireta. **Cienc Odontol Brás**, 2006; 9: 73-77.

Aykor A, Ozel E. Five-year Clinical Evaluation of 300 Teeth restored with porcelain laminate veneers using total-etch and a modified self-etch adhesive system. **Oper Dent**, 2009; 34: 516-523.

Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. **J Dent**, 2005; 33: 389–398.

Barath VS, Faber FJ, Westland S, Niedermeier W. Spectrophotometric analysis of all-ceramic materials and their interaction with luting agents and different backgrounds. **Adv Dent Res**, 2003; 17: 55-60.

---

<sup>2</sup>De acordo com estilo Vancouver, sem opcionais mês e número.

Baratieri *et al.* Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades. São Paulo: Santos, 2001.

Baratieri *et al.* Soluções clínicas: fundamentos e técnicas. São José: Editora Ponto, 2008.

Barna GJ, Taylor JW, King GE, Pelleu GB Jr. The influence of selected light intensities on color perception within the color range of natural teeth. **J Prosthet Dent**, 1981; 46: 450-453.

Brackett MG, Brackett WW, Browning WD, Rueggeberg FA. The effect of light curing source on the residual yellowing of resin composites. **Oper Dent**, 2007; 32: 443-450.

Browning WD, Chan DC, Blalock JS, Brackett MG. A comparison of human raters and an intra-oral spectrophotometer. **Oper Dent**, 2009; 34: 337-343.

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

Burke FJT, Fleming CJP, Nathanson D, Marquis PM. Are adhesive technologies needed to support ceramics? An assessment of the current evidence. **J Adhes Dent**, 2002; 4: 7-22.

Calamia JR. Etched porcelain veneers: the current state of the art. **Quintessence Int**, 1985; 1: 1-12.

Charisis D, Koutayas S-O, Kamposiora P, Doukoudakis A. Spectrophotometric evaluation of the influence of different backgrounds on the color of glass-infiltrated ceramic veneers. **Eur J Esthet Dent**, 2006; 1: 142-156.

Cho LR, Yi YJ, Heo SJ. Effect of tooth brushing and thermal cycling on a surface change of ceromers finished with different methods. **J Oral Rehabil**, 2002; 29: 816-822.

Chu FC, Chow TW, Chai J. Contrast ratios and masking ability of three types of ceramic veneers. **J Prosthet Dent**, 2007; 98: 359-64.

COMMISSION INTERNATIONALE D'ECLAIRAGE- CIE. Colorimetry. Paris: Central, 1931.

Darr AH, Jacobson PH. Conversion of dual cure luting cements. **J Oral Rehabil**, 1995; 22: 43-47.

Đozić A, Kleverlaan CJ, Meegdes M, Zel JVD, Feilzer AJ. The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations. **J Prosthet Dent**, 2003; 90: 563-70.

Đozić A, Kleverlaan CJ, El-zohairy A, Feilzer AJ, Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color-measuring devices. **J Prosthodont**, 2007; 16: 93-100.

Dumfahrt H, Schäffer H. Porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation after 1 to 10 years of service: Part II- Clinical results. **Int J Prosthodont**, 2000; 13: 9–18.

Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. **J Prosthet Dent**, 2002; 87: 503-9.

El-Badrawy WA, El-Mowafy OM. Chemical versus dual curing of resin inlay cements. **J Prosthet Dent**, 1995; 73: 515-24.

Ergücü Z, Türkün LS, Aladag A. Color stability of nanocomposites polished with one-step systems. **Oper Dent**, 2008; 33: 413-420.

Ferrari M, Patrani S, Balleri P. Measurement of enamel thickness in relation to reduction for etched laminate veneers. **Int J Periodont Rest Dent**, 1992; 23: 407- 413.

Fradeani M. Six-year follow-up with empress veneers. **Int J Periodont Rest Dent**, 1998; 18: 217-225.

Furukawa K, Inai N, Tagami J. The effects of luting resin Bond to dentin on the strength of dentin support by indirect resin composite. **Dent Mater**, 2002; 18: 136-142.

Fradeani M, Redemagni M, Corrado M. Porcelain laminate veneers: 6- to 12-year clinical evaluation- A retrospective study. **Int J Periodontics Restorative Dent**, 2005; 25: 9-17.

Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. **J Dent**, 1999; 27: 89-99.

Gupta R, Parkash H, Shah N, Jain V. A spectrophotometric evaluation of color changes of various tooth colored veneering materials after exposure to commonly consumed beverages. **J Indian Prosthodont Society**, 2005; 5: 72-78.

Heath JR, Wilson HJ. The effect of water on the abrasion of restorative materials. **J Oral Rehabil**, 1977; 4: 165-168.

Hekimoğlu C, Anil N, Etikan I. Effect of Accelerated Aging on the Color Stability of Cemented Laminate Veneers. **Int J Prosthodont**, 2000; 13: 29-33.

Hilgert Leandro Augusto. Influência da coloração do substrato, espessura e translucidez da cerâmica na cor de facetas laminadas produzidas com o sistema CEREC InLab. Florianópolis: UFSC, 2009. 182 p. Tese (Doutorado)- Programa de pós-graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

Horn DJ, Bulan-Brady J, Hicks ML. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. **J Endod**, 1998; 24: 786-790.

Hugo B, Witzel T, Klaiber B. Comparison of in vivo visual and computer-aided tooth shade Determination. **Clin Oral Invest**, 2005; 9: 244-250.

International Organization for Standardization. ISO TR11405. Dental materials-guidance on testing of adhesion to tooth structure. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 1994; 1–15.

Janda R, Roulet J-F, Kaminsky M, Steffin G, Latta M. Color stability of resin matrix restorative materials as a function of the method of light activation. **Eur J Oral Sci**, 2004; 112: 280–285.

Janda R, Roulet JF, Latta M, Steffin G, Rüttermann 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.

Janda R, Roulet J-F, Latta M, Kaminsky M, Rüttermann St. Effect of exponential polymerization on color stability of resin-based filling materials. **Dent Mater**, 2007; 23: 696–704.

Johnston WM, Kao EC. Assessment of Appearance match by visual observation and clinical colorimetry. **J Dent Res**, 1989; 68: 819-822.

Karaagacioglu L, Yilmaz B. Influence of cement shade and water storage on the final color of leucite-reinforced ceramics. **Oper Dent**, 2008; 33: 386-391.

Katoh Y, Taira Y, Kato C, Suzuki M, Shinkai K. A case report of a 20-year clinical follow-up of porcelain laminate veneer restorations. **Oper Dent**, 2009; 34: 626-630.

Kina S, Bruguera A. Invisível: Restaurações estéticas cerâmicas. Maringá: Dental Press Editora. 2008.

Kitasako Y, Burrow MF, Nikaido T, Tagami J. The influence of storage solution on dentin bond durability of resin cement. **Dent Mater**, 2000; 16: 1–6.

Koishi Y, Tanoue N, Atsuta M, Matsumura H. Influence of visible-light exposure on colour stability of current dual-curable luting composites. **J Oral Rehabil**, 2002; 29: 387-393.

Koutayas SO, Charisis D. Influence of the core material and the glass infiltration mode on the color of glass-infiltrated ceramic veneers over discolored backgrounds. A spectrophotometric evaluation. **European J Esthet Dent**, 2008; 3: 160-173.

Kucukesmen HC, Usumez A, Ozturk N, Eroglu E. Change of shade by light polymerization in a resin cement polymerized beneath a ceramic restoration. **J Dent**, 2008; 36: 219-223.

Kumbuloglu O, Lassila LVJ, User A, Vallittu PK. A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements. **Int J Prosthodont**, 2004; 17: 357-363.

Layton D, Walton T. An up to 16-year prospective study of 304 porcelain veneers. **Int J Prosthodont**, 2007; 20: 389-396.

Lee OB, An W, Chang J, Um CM. Influence of ceramic thickness and curing mode on the polymerization shrinkage kinetics of dual-cured resin cements. **Dent Mater**, 2008; 24: 1141-1147.

Li Q, Wang YN. Comparison of shade matching by visual observation and an intraoral dental colorimeter. **J Oral Rehabil**, 2007; 34: 848-854.

Linden JJ, Swift Jr EJ, Boyer DB, Davis BK. Photo-activation of resin cements through porcelain veneers. **J Dent Res**, 1991; 70: 154-157.

Magne P, Douglas WH. Porcelain veneers: Dentin bonding optimization and biomimetic recovery of the crown. **J Prosthodont**, 1999; 12: 111-121.

Magne P, Perroud R, Hodges JS, Belser UC. Clinical performance of novel-design porcelain veneers for the recovery of coronal volume and length. **Int J Periodontics Restorative Dent**, 2000; 20: 441-457.

Magne P, Belser U. Restaurações adesivas de porcelana na dentição anterior: Uma abordagem biomimética. São Paulo: Quitessence, 2003.

Magne P, Knezevic A. Simulated fatigue resistance of composite resin versus porcelain CAD/CAM overlay restorations on endodontically treated molars. **Quintessence Int**, 2009; 40: 125–133.

Meireles SS, Demarco FF, Santos IS, Dumith SC, Della Bona A. Validation and reliability of visual assessment with a shade guide for tooth-color classification. **Oper Dent**, 2008; 33: 121-126.

Meng X, Yoshida K, Atsuta M. Influence of ceramic thickness on mechanical properties and polymer structure of dual-cured resin luting agents. **Dent Mater**, 2008; 24: 594–599.

Montes-G GM, Draughn RA. *In vitro* surface degradation of composites by water and thermal cycling. **Dent Mater**, 1986; 2: 193-197.

Morley F, Stockwell PB. A simple thermal cycling device for testing dental materials. **J Dent**, 1977; 5: 39-41.

Noie F, O'keefe KL, Powers JM. Color stability of resin cements after accelerated aging. **Int J Prosthodont**, 1995; 8: 51-55.

Paravina RD, Ontiveros JC, Powers JM. Accelerated aging effects on color and translucency of bleaching-shade composites. **J Esthet Restor Dent**, 2004; 16: 117–127.

Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CHF. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. **J Dent Res**, 2002; 81: 578-582.

Peumans M, Meerbeek BV, Lambrechts P, Vuylslekc-Wauiers M, Vanberk G. Five-year clinical performance of porcelain veneers. **Quintessence Int**, 1998; 29: 211-221.

Peumans M, Van Meerbeek B, yoshida Y, lambrechts P, Vanherle P. Porcelain veneers bonded to tooth structure: an ultra-morphological FE-SEM examination of the adhesive interface. **Dent Mater**, 1999; 15: 105–119.

Peumans M, Munck JD, Fieuws S, Lambrechts P, Vanherle G, Meerbeek BV. A prospective ten-year clinical trial of porcelain veneers. **J Adhes Dent**, 2004; 6: 65–76.

Peumans M, Hikita K, Munck JD, Landuyt KV, Poitevin A, Lambrechts P, Meerbeek BV. Bond durability of composite luting agents to ceramic when exposed to long-term thermocycling. **Oper Dent**, 2007; 32: 372-379.

Pires-De-Souza FCP, Garcia LFR, Hamida HM, Casemiro LA. 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.

Prakki A, Cilli R, Costa AU da, Gonçalves SE de P, Mondelli RLM, Pereira JC. Effect of resin luting film thickness on fracture resistance of a ceramic cemented to dentin. **J Prosthodont**, 2007; 16: 172-178.

Price RBT, Fahey J, Felix CM. Knoop Microhardness mapping used to compare the efficacy of LED, QTH and PAC curing lights. **Oper Dent**, 2010; 35: 58-68.

Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. **J Prosthet Dent**, 1998; 80: 280-301.

Rueggeberg FA, Ergle JW, Lockwood PE. Effect of photoinitiator level on properties of a light-cured and post-cure heated model resin system. **Dent Mater**, 1997; 13: 360-364.

Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crowns and bridges veneers. **Dent Mater**, 1987; 3: 246-251.

Saleski CG. Color, light and shade *matching*. **J Prosthet Dent**, 1972; 27: 263-268.

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: 406-411.

Schulze KA, Marshall SJ, Gansky SA, Marshall GW. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. **Dent Mater**, 2003; 19: 612–619.

Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. **J Dent Res**, 1989; 68: 1760-1764.

Sensi *et al.* Restaurações com compósitos em dentes posteriores. São José: Editora Ponto, 2006.

Shintani H, Yamaki M, Inoue T. Analysis of camphorquinone in visible light-cured composite resins. **Dent Mater**, 1985; 1: 124–126.

Sidhu SK, Ikeda T, Omata Y, Fujita M, Sano H. Change of Color and translucency by light curing in resin composites. **Oper Dent**, 2006; 31: 598-603.

Stappert CFJ, Stathopoulou N, Gerds T, Strub JR. Survival rate and fracture strength of maxillary incisors, restored with different kinds of full veneers. **J Oral Rehabil**, 2005; 32: 266–272.

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

Terzioğlu H, Yilmaz B, Yurdukoru B. The effect of different shades of specific luting agents and IPS Empress ceramic thickness on overall color. **Int J Periodontics Restorative Dent**, 2009; 29: 499–505.

Walker MP, Spencer P, Eick JD. Mechanical property characterization of resin cement after aqueous aging with and without cyclic loading. **Dent Mater**, 2003; 19: 645–652.

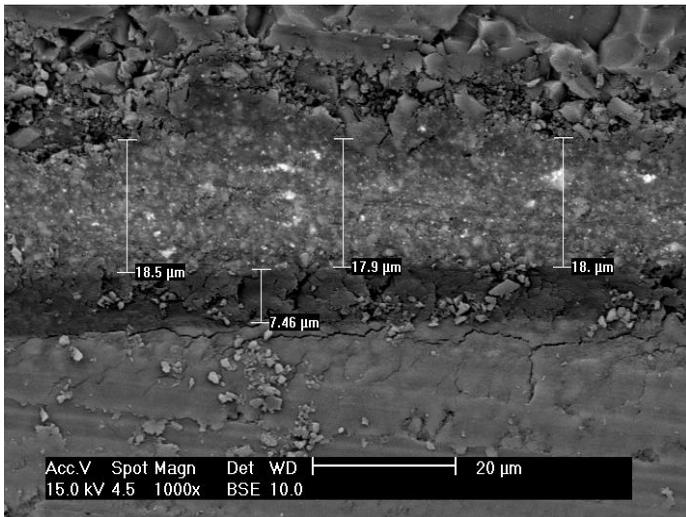
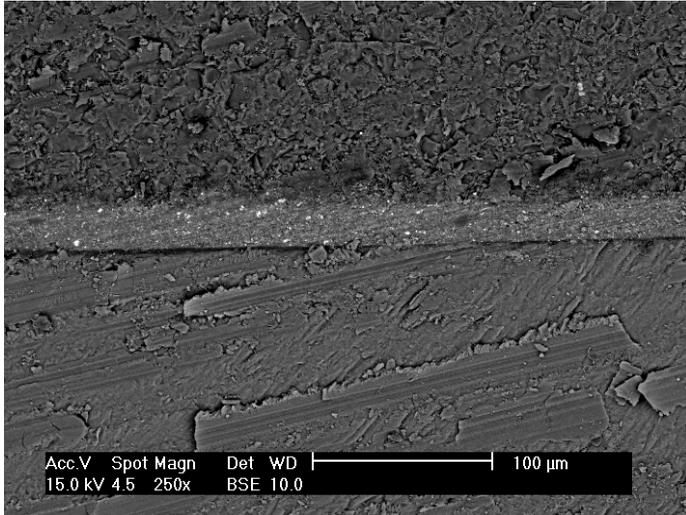
Wang X, Ge J, FAay RM, Lu H, Gao C, Powers JM. Comparison of the color of ceramics as measured by different spectrophotometers and colorimeters. **Int J Prosthodont**, 2005; 18: 73-74.

Yu B, Lee YK. Differences in color, translucency and fluorescence between flowable and universal resin composites. **J Dent**, 2008; 36: 840-846.

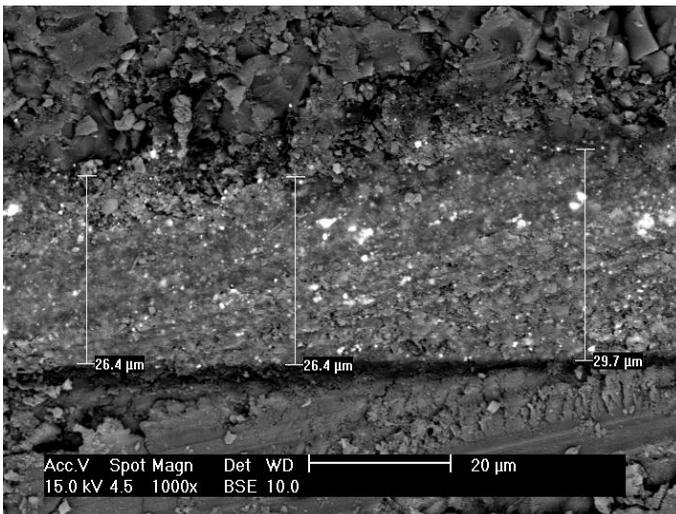
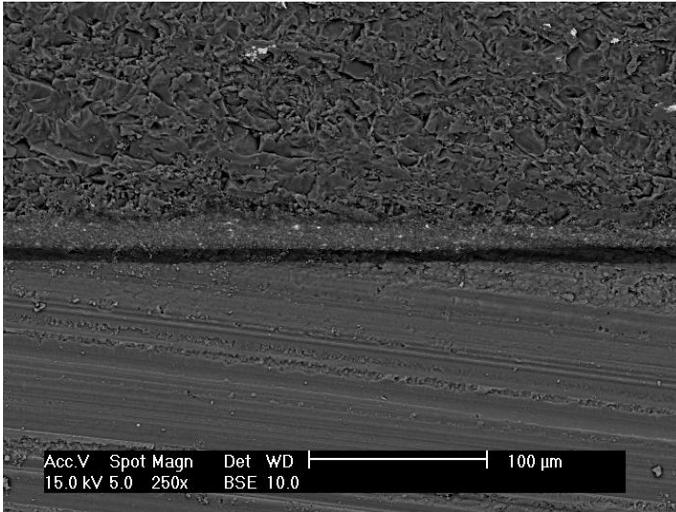
Yu B, Lee YK. Comparison of the color stability of flowable and universal resin composites. **Am J Dent**, 2009; 22: 160-164.

## APÊNDICE

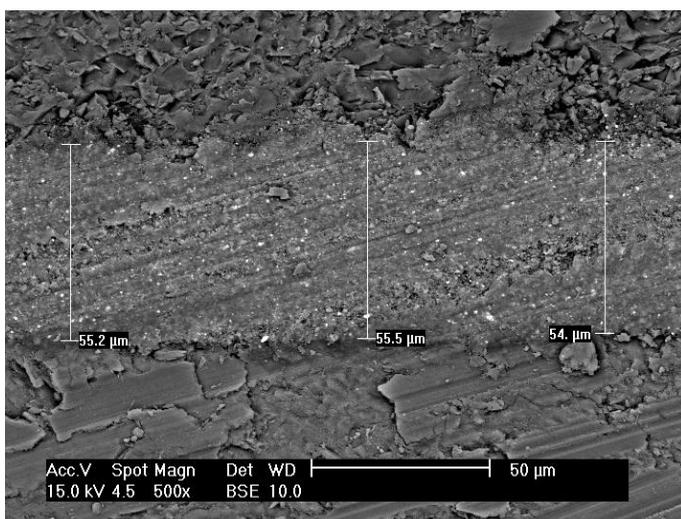
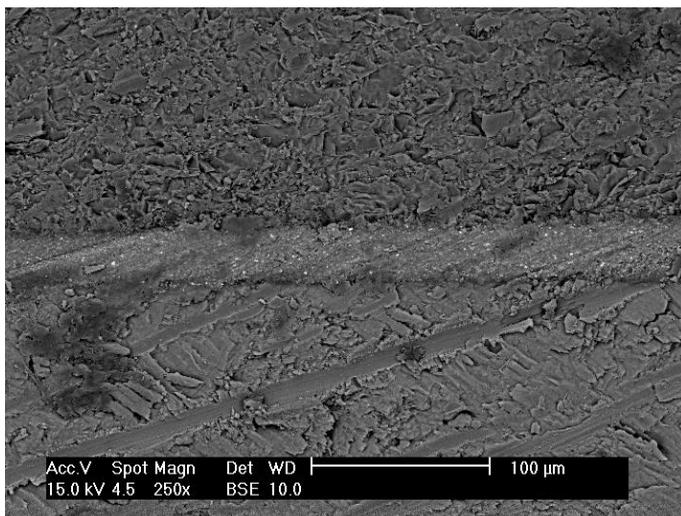
Fotomicrografias da linha de cimentação do grupo 1 (*cimento fotopolimerizável*).



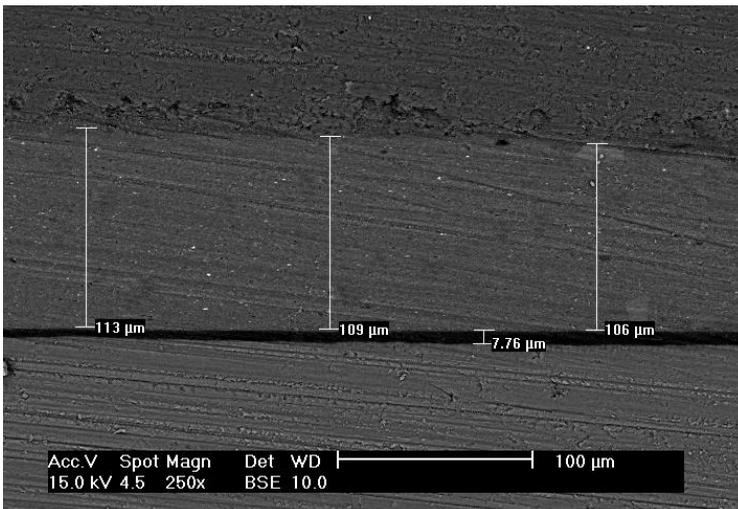
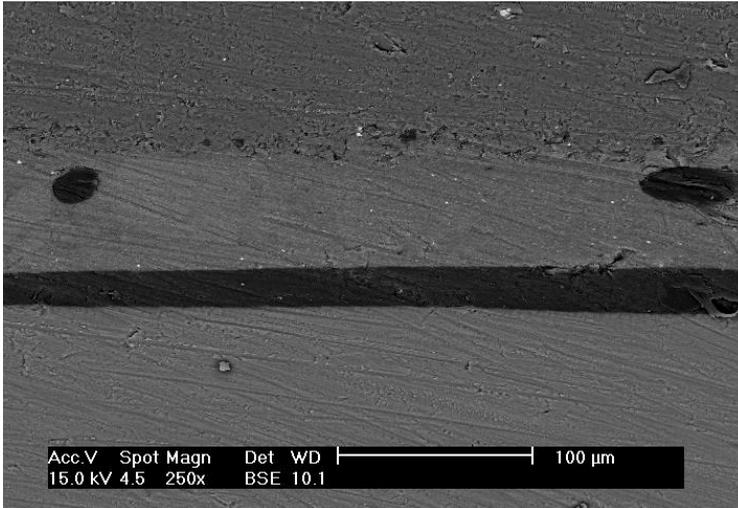
Fotomicrografias da linha de cimentação do grupo 2. (*cimento dual*).



Fotomicrografias da linha de cimentação do grupo 3 (*resina flow*).



Fotomicrografias da linha de cimentação do grupo 4 (*resina composta*).



**Tabela 3-** Dados de L\* obtidos nos diferentes períodos para os 4 grupos.

<b>Espécimes</b>	<b>Grupo</b>	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>	<b>L4</b>	<b>L5</b>
1	1	96,7	98,5	86,5	88,8	87,4
2	1	90,3	98,4	89,7	92,9	90,7
3	1	89,5	99,6	92,5	95,2	92,1
4	1	92,2	98,1	89,0	91,1	88,8
5	1	94,6	107,5	92,6	94,0	90,6
6	1	93,2	98,9	91,6	92,1	90,4
7	1	91,7	98,5	88,5	90,7	91,2
8	1	94,8	100,5	93,0	95,4	93,1
9	1	91,7	98,3	90,9	92,0	91,6
10	1	88,4	97,8	91,2	90,9	89,2
11	2	91,4	97,8	95,2	94,2	91,8
12	2	93,6	100,1	92,7	95,1	92,0
13	2	94,1	97,3	94,9	94,2	88,8
14	2	92,8	95,9	96,8	92,3	89,7
15	2	92,6	99,1	101,3	92,9	89,6
16	2	96,6	100,3	97,4	97,8	92,7
17	2	96,9	99,5	94,2	98,6	92,5
18	2	94,5	98,7	91,6	94,3	87,4
19	2	94,7	97,6	94,2	86,4	89,9
20	2	95,6	97,3	96,0	95,9	84,4
21	3	90,3	98,4	102,7	95,5	91,4
22	3	92,2	96,8	93,5	92,7	91,7
23	3	88,6	99,8	91,4	96,8	93,0
24	3	93,1	94,0	92,6	92,8	91,1
25	3	94,5	96,7	96,8	96,4	90,6
26	3	94,3	98,9	96,3	97,0	91,3
27	3	92,4	96,8	93,1	94,5	90,8
28	3	97,0	101,2	103,7	94,5	93,2
29	3	92,7	96,5	89,3	89,7	88,3

30	3	94,3	97,4	94,2	91,9	91,0
31	4	91,7	97,2	92,5	91,7	90,0
32	4	94,0	95,7	92,6	92,9	90,9
33	4	87,2	94,6	85,3	89,5	87,2
34	4	93,0	97,7	91,3	89,6	87,8
35	4	92,6	94,8	89,8	87,6	86,7
36	4	93,9	97,2	91,7	94,1	89,3
37	4	91,9	91,7	97,7	97,4	87,6
38	4	93,3	98,0	92,1	90,9	87,7
39	4	92,0	96,4	90,3	89,6	88,9
40	4	92,6	107,5	92,7	100,4	91,5

**Tabela 4-** Dados de a\* obtidos nos diferentes períodos para os 4 grupos.

<b>Espécimes</b>	<b>Grupos</b>	<b>a1</b>	<b>a2</b>	<b>a3</b>	<b>a4</b>
1	1	0,1	-0,3	-0,5	-0,4
2	1	-1,4	-0,2	-1,0	-0,8
3	1	-2,2	-0,5	-0,6	-0,3
4	1	-0,2	-0,6	-0,6	-0,4
5	1	-0,6	0,5	-0,5	-0,2
6	1	0,1	1,0	0,2	0,5
7	1	-0,4	0,3	-0,2	0,0
8	1	-0,2	0,6	0,0	0,1
9	1	-0,3	0,5	-0,2	-0,1
10	1	-0,2	1,0	-0,2	-0,1
11	2	-0,5	1,3	1,7	1,8
12	2	-1,0	-0,3	-1,1	-0,2
13	2	-0,7	0,0	-0,8	-0,5
14	2	-0,4	0,1	-0,8	-0,2
15	2	0,2	0,2	-0,9	-0,1
16	2	0,0	0,2	-0,4	-0,1
17	2	0,0	0,4	0,2	0,6
18	2	0,4	0,5	-0,6	0,1
19	2	0,3	0,8	0,6	1,7
20	2	0,0	0,2	0,1	0,4
21	3	0,1	1,4	0,4	1,1
22	3	-0,2	0,6	-0,5	0,0
23	3	1,0	-0,1	-0,5	-0,2
24	3	0,0	1,7	1,3	2,0
25	3	-0,8	0,3	0,8	0,8
26	3	-0,8	0,0	0,1	0,1
27	3	-0,5	-0,2	-0,3	0,2
28	3	-0,5	0,3	0,2	-0,2
29	3	0,3	1,0	0,4	0,9

30	3	0,6	1,3	1,2	1,3
31	4	-0,1	0,8	-0,6	-0,4
32	4	0,0	0,8	0,4	0,4
33	4	0,4	0,8	0,5	0,6
34	4	0,1	0,3	0,4	0,0
35	4	0,9	0,7	-0,6	-0,1
36	4	-0,1	0,3	-0,4	0,5
37	4	-0,9	-0,1	-0,4	0,0
38	4	-0,3	0,1	-0,9	-0,7
39	4	-0,1	0,6	-0,3	0,2
40	4	-0,2	0,2	-0,1	0,0

**Tabela 5-** Dados de b\* obtidos nos diferentes períodos para os 4 grupos.

<b>Espécimes</b>	<b>Grupos</b>	<b>b1</b>	<b>b2</b>	<b>b3</b>	<b>b4</b>
1	1	23,8	23,0	20,8	22,5
2	1	20,4	20,5	19,3	19,8
3	1	20,4	22,4	21,1	22,9
4	1	21,0	21,6	18,2	20,4
5	1	24,3	17,3	20,3	20,9
6	1	25,1	23,9	22,0	24,0
7	1	23,3	20,6	19,6	21,2
8	1	24,5	21,9	21,5	23,1
9	1	23,9	24,2	21,4	22,3
10	1	23,1	24,8	20,9	21,3
11	2	27,1	23,5	26,9	27,4
12	2	23,9	25,1	19,2	24,4
13	2	21,9	24,4	23,2	24,7
14	2	22,6	25,1	17,4	23,0
15	2	23,6	24,1	12,9	22,5
16	2	23,8	23,8	23,9	24,9
17	2	24,1	24,6	24,4	26,7
18	2	24,7	24,5	19,8	23,3
19	2	25,1	24,8	23,8	24,6
20	2	22,8	23,1	23,5	24,3
21	3	27,7	28,9	21,1	29,9
22	3	24,0	23,0	19,5	21,9
23	3	26,6	24,2	21,4	24,2
24	3	24,4	27,1	25,6	27,2
25	3	23,3	23,2	25,1	25,7
26	3	22,4	20,7	22,1	23,3
27	3	26,1	25,5	23,9	26,0
28	3	23,9	21,4	19,7	20,6
29	3	24,9	24,2	21,6	23,2
30	3	26,1	24,8	25,0	26,2

31	4	23,7	24,4	22,2	22,9
32	4	22,2	22,9	21,9	22,1
33	4	23,1	26,0	21,5	22,6
34	4	18,0	22,4	20,3	21,2
35	4	25,9	25,4	21,4	22,3
36	4	24,2	22,3	20,8	24,4
37	4	24,4	21,8	23,9	24,8
38	4	23,9	23,8	19,3	20,2
39	4	23,8	24,4	19,9	21,2
40	4	24,0	14,7	21,5	13,0

**Tabela 6.** Médias e desvios-padrão dos valores a\*, b\* e L\* em cada período, segundo o grupo.

Variável	Grupos	Previamente e a fotoativação	Após fotopolimerização	Após 1 semana	Após termociclagem
		$\bar{x}$ (dp)	$\bar{x}$ (dp)	$\bar{x}$ (dp)	$\bar{x}$ (dp)
a*	1	-0,53 (0,73)	0,23 (0,59)	-0,36 (0,35)	-0,32 (0,30)
	2	-0,17 (0,46)	0,34 (0,45)	-0,20 (0,86)	-0,60 (0,61)
	3	-0,08 (0,60)	0,63 (0,68)	0,31 (0,65)	-0,01 (0,83)
	4	-0,03 (0,46)	0,45 (0,33)	-0,20 (0,49)	-0,19 (0,32)
b*	1	22,98 (1,75)	22,02 (2,21)	20,51 (1,17)	20,08 (1,01)
	2	23,96 (1,47)	24,30 (0,67)	21,50 (4,14)	19,54 (1,61)
	3	24,94 (1,65)	24,30 (2,47)	22,50 (2,25)	21,16 (2,30)
	4	23,32 (2,09)	22,81 (3,16)	21,27 (1,30)	19,65 (1,06)
L*	1	92,31 (2,57)	99,61 (2,88)	90,55 (2,09)	90,51 (1,68)
	2	94,28 (1,76)	98,36 (1,41)	95,43 (2,71)	89,88 (2,59)
	3	92,94 (2,34)	97,65 (2,01)	95,36 (4,67)	91,24 (1,35)
	4	92,22 (1,93)	97,08 (4,12)	91,60 (3,08)	88,76 (1,63)

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)