

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA – MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CLÍNICA INTEGRADA**

BEATRIZ ELENA ARANA CORREA

**AVALIAÇÃO CROMÁTICA DE TRÊS MARCAS COMERCIAIS DE DENTES
ARTIFICIAIS APÓS IMERSÃO EM ALIMENTOS LÍQUIDOS**

**PONTA GROSSA
2007**

BEATRIZ ELENA ARANA CORREA

**AVALIAÇÃO CROMÁTICA DE TRÊS MARCAS COMERCIAIS DE DENTES
ARTIFICIAIS APÓS IMERSÃO EM ALIMENTOS LÍQUIDOS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no curso de Mestrado em Odontologia – Área de concentração em Clínica Integrada.

Orientadora Prof^a. Dra. Nara Hellen Campanha

**PONTA GROSSA
2007**

Ficha catalográfica elaborada pelo Setor de Processos Técnicos BICEN/UEPG

A662a Arana Correa, Beatriz Elena
Avaliação cromática de três marcas comerciais de dentes artificiais após imersão em alimentos líquidos. / Beatriz Elena Arana Correa. Ponta Grossa, 2007.
87f. : il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia – área de concentração em Clínica Integrada), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Nara Hellen Campanha

1. Cor. 2. Pigmentação. 3. Descoloração de dente.
I. Campanha, Nara Hellen. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Odontologia. III. T.

CDD: 617.6

BEATRIZ ELENA ARANA CORREA

**AVALIAÇÃO CROMÁTICA DE TRÊS MARCAS COMERCIAIS DE DENTES
ARTIFICIAIS APÓS IMERSÃO EM ALIMENTOS LÍQUIDOS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no curso de Mestrado em Odontologia - Área de concentração em Clínica Integrada.

Ponta Grossa, 9 de Novembro de 2007.

Profa. Dra. Nara Hellen Campanha – Orientadora
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profa. Dra. Janaina Habib Jorge
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profa. Dra. Alessandra Nara de Souza Rastelli
Universidade de São Paulo

A Deus, por ser o centro e a fonte de toda a minha fé, por ter-me iluminado o caminho em todos os momentos importantes, ter-me oferecido os valores e sentimentos de todas as pessoas que são parte fundamental na minha vida e poder retribuí-los com meus sinceros agradecimentos.

Aos meus pais, Leonel e Martha, que desde sempre me apoiaram, em todas as decisões da minha vida, vocês me deram compreensão e amor, por terem feito parte de cada um dos meus sonhos e metas, e pelo apoio incondicional, sem o qual não teria chegado tão longe, lutando sempre juntos para lograr alcançar este grande sonho que não só é meu, mas também de vocês Muito obrigado.

A meu irmão, Jhonathan, por todos os momentos que não passamos juntos, pelas lembranças que guardo no meu coração, pelo seu apoio e amor. Quando você chegou mudou minha vida, agora esta vitória tornou-se possível por você, te quero muito.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Profa. Dra. Nara Hellen Campanha, pela sua amizade, paciência, pelos conhecimentos transmitidos e sua orientação durante a realização deste trabalho.

Ao professor Gonzalo Arana Gordillo pela sua amizade, conhecimentos e a confiança em mim depositada, e as oportunidades valiosas ao conhecimento diário.

Aos professores João Carlos e Osnara Maria Mongruel Gomes, por terem me oferecido a oportunidade de compartilhar seus conhecimentos, sua orientação, paciência e amizade, desde a minha chegada no Brasil.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa em nome do Magnífico Reitor João Carlos Gomes pela oportunidade a mim oferecida de realizar o curso de Mestrado e de Crescer profissionalmente.

À Universidade Santiago de Cali por abrirem suas portas a mim e me forma como profissional

Ao Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira e mestrando Fernando Flores da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista – UNESP, por sua colaboração na realização da pesquisa, além da sua amizade.

A Profa. Dra. Alessandra Rastelli pela sua amizade e colaboração durante a realização do trabalho.

A minha família por serem exemplo de alegria e felicidade e união... Vocês estão longe dos meus olhos, mas muito perto do coração.

A meu companheiro, amigo e amor, Wilmer Fabian Sepúlveda, por ter me acompanhado nesta etapa da vida, compartilhando momentos bons, alegres, tristes, muito obrigada por estar a meu lado em cada um desses momentos, brindando seu apoio, carinho e amor, obrigada por tudo. *TE AMO.*

Aos meus amigos Cristian, Cristiana, Eugenio (Chuchi), Roberto, Rodrigo, Sergio e Shelon pelo companheirismo e por tantos momentos compartilhados que não serão jamais esquecidos, por termos realizado e construído uma família, agora partimos cheios de experiências não só científicas, levamos também um pouco de cada um de nós... Obrigado meus irmãos brasileiros.

Ao professor Emigdio Orellana Jimenez, Ulisses Coelho porque além de nos brindarem com muitos conhecimentos, foram grandes amigos e companheiros, sentirei muitas saudades de vocês.

Às minhas amigas e "irmãs" Ariane, Ana Paula, Simone e Priscila Portero por todo o tempo que compartilhamos, vocês ficarão em meu coração... Obrigado por tudo.

Aos meus colegas do mestrado Gislaíne, Ana Paula G, Ana Paula T, Eloísa, Camila, Chigueyuki, Manoela e Michele, pela convivência alegre e agradável.

Às professoras e amigas Janaina Habib Jorge e Karin Hermana Neppelenbroek pela sua amizade e conhecimentos durante o pouco tempo que compartilhamos.

À uma amiga e colaboradora Morgana das Graças Procz dos Santos pela sua colaboração, paciência, disposição, competência e amizade.

À bibliotecária Maria Luzia pela paciente correção das normas de publicação deste trabalho.

Aos representantes dos fabricantes Dentsply e Vipident pela doação de materiais para esta pesquisa.

DADOS CURRICULARES

Beatriz Elena Arana Correa

NASCIMENTO 05.06.1979	Tuluá, Valle del Cauca – Colômbia
FILIAÇÃO	Martha Cecília Correa Herrera Leonel Arana Castaño
1997 - 2004	Curso de Graduação Universidad Santiago de Cali (USC) – Colômbia
2005 - 2007	Membro ativo da Sociedad Colombiana de Operatoria Dental y Biomateriales - SCODB
2005 - 2007	Membro ativo da Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales - ALODYB
2007	Curso de Escultura dental com resinas compostas. Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico – ILAPEO Curitiba, Paraná
2006/2007	Curso de Pós-graduação em Odontologia Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, nível de Mestrado em Odontologia - Área de Concentração em Clínica Integrada

RESUMO

ARANA-CORREA, B. E. **Avaliação cromática de três marcas comerciais de dentes artificiais após imersão em alimentos líquidos.** Ponta Grossa, 2007, 87. Dissertação (Mestrado em Clínica Integrada) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa.

A alteração de cor de dentes artificiais de resina acrílica podem resultar na insatisfação dos pacientes. O propósito deste estudo foi determinar a estabilidade de cor de três marcas comerciais de dentes artificiais de resina acrílica (Artplus, Biotone e Trilux) imersos em quatro alimentos líquidos (café, Coca-cola, vinho tinto e água destilada). Vinte corpos-de-prova (incisivos centrais superiores da cor A2) foram utilizados. Cada corpo-de-prova foi suspenso dentro do alimento líquido com o auxílio de um fio dental para evitar contato com o recipiente. Todos os corpos-de-prova foram imersos em água destilada por 24 h a 37 °C. Neste tempo (T_0) a cor dos corpos-de-prova foi mensurada com espectrofotômetro (POCKETSPEC Color QA). Após 15 dias (T_1) e 30 dias (T_2) de imersão nos alimentos líquidos a cor dos corpos-de-prova foi mensurada novamente com o espectrofotômetro. A mensuração de cor foi registrada usando o sistema CIEL*a*b* com iluminante D65 (luz do dia). Foi selecionado o sistema CIEL*a*b* para a mensuração cromática por registrar pequenas diferenças de cor. Os valores das médias de ΔE (alterações de cor) foram calculados para cada material e comparados estatisticamente por meio de análises de variância de dois fatores e calculando-se intervalos Tukey com nível de significância 0,95. Em $\Delta E_{T_0T_1}$ a maior alteração de cor foi obtida com o vinho tinto quando comparada com os corpos-de-prova imersos em água destilada ($P=0,003$). Em $\Delta E_{T_0T_2}$ a solução que causou maior alteração de cor foi o vinho tinto. A segunda solução que causou alteração de cor nos dentes de resina acrílica foi água destilada ($P=0,024$) e em $\Delta E_{T_1T_2}$ não foram encontradas diferenças ($P=0,328$). De acordo com as conclusões deste estudo, o alimento líquido vinho tinto apresentou a maior alteração de cor. Os corpos-de-prova imersos em água destilada apresentaram sua maior alteração de cor após 24 h e 30 dias. No último período não foram encontradas diferenças entre as marcas e alimentos líquidos.

Palavras-chave: Cor. Pigmentação. Descoloração de dente.

ABSTRACT

ARANA-CORREA, B. E. **Chromatic evaluation of three brands of acrylic resin denture teeth after immersion in liquid foods.** Ponta Grossa, 2007, 87. Dissertação (Mestrado em Clínica Integrada) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Discoloration of acrylic resin denture teeth may result in patient dissatisfaction. The purpose of this study was to determine the color stability of three brands of acrylic resin denture teeth (Artplus, Biotone, Trilux) by subjecting them to four liquid foods (coffee, cola, red wine and distilled water). Twenty specimens (upper right central incisor teeth A2 shaded) were used. All specimens were stored in distilled water for 24 h at 37°C. At that time (T_0) the color of all specimens was measured with a spectrophotometer (POCKETSPECA Color QA). Specimens were suspended in the liquid foods and after 15-day (T_1) and 30-day (T_2) periods of immersion the color of the specimens was measured again with the spectrophotometer. Color measurements were recorded using the CIEL*a*b* system with D65 (day light) light. The CIEL*a*b* system for measuring chromaticity was chosen to record color differences because it is well suited for determination of small color differences. Mean ΔE (color changes) values were calculated for each material and compared statistically with a two-way analyses of variance and calculating Tukey intervals at 0.95. In $\Delta E T_0T_1$ the most severe discoloration was apparent with red wine when compared to the specimens stored in distilled water ($P=0.003$). In $\Delta E T_0T_2$ the most staining solution was the red wine. Distilled water was the second staining liquid food which affect all acrylic resin denture teeth ($P=0.024$) and in the $\Delta E T_1T_2$ no color differences ($P=0.328$) were found. The conclusions of this study exhibited the greatest chromatic change in red wine liquid food. The specimens immersed in distilled water exhibited their greatest color change after 24 h and 30 days. In the last period it was not found any differences among brands and liquid foods.

Keywords: Color. Pigmentation. Tooth discoloration.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Corpos-de- prova.....	52
Figura 2	- Corpos-de-prova com fio dental na região cervico - palatina.....	53
Figura 3	- Meios corantes utilizados no estudo.....	54
Figura 4	- Aparelho POCKETSPEC™ (ColorQA).....	55
Figura 5	- Fundo padrão de zircônia.....	55
Figura 6	- Posicionamento do espectrofotômetro para mensuração da cor....	56
Figura 7	- Demonstração esquemática da mensuração da cor dos corpos-de-prova.....	56
Figura 8	- Valores de L* a* b* fornecidos pelo software Color QA ProIII.....	57
Figura 9	- Sistema de cores CIE L*a*b* . O espaço representado no eixo Y representa a coordenada L* , no eixo X a coordenada a* e no eixo Z a coordenada b* . As combinações destas coordenadas resultam em uma posição espacial que expressa a cor.....	57
Gráfico 1	- Médias amostrais (colunas) e intervalos de confiança de 95% para as médias populacionais (barras verticais) de variação de cor ($\Delta E_{T_0T_1}$).....	62
Gráfico 2	- Médias amostrais (colunas) e intervalos de confiança de 95% para as médias populacionais (barras verticais) de variação de cor ($\Delta E_{T_0T_2}$).....	63
Gráfico 3	- Médias amostrais (colunas) e intervalos de confiança de 95% para as médias populacionais (barras verticais) de variação de cor ($\Delta E_{T_1T_2}$).....	63
Quadro 1	- Relação de dentes artificiais (corpos-de-prova) utilizados na pesquisa.....	52
Quadro 2	- Relação dos meios corantes utilizados na pesquisa.....	54
Quadro 3	- Características do espectrofotômetro.....	54
Quadro 4	- Escores segundo a NBS.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias e desvios-padrão (DP) de variação de cor ΔE_{ij} entre os períodos i e j (T_0 = inicial, T_1 = 15 dias de imersão e T_2 = 30 dias de imersão).....	61
Tabela 2 - Médias de variação de cor ΔE_{ij} entre os períodos i e j (T_0 = inicial, T_1 = 15 dias de imersão e T_2 = 30 dias de imersão) segundo a NBS	62
Tabela 3 - Médias e desvios padrão (DP) de variação Δa_{ij} entre os períodos i e j (T_0 = inicial, T_1 = 15 dias de imersão e T_2 = 30 dias de imersão).....	64
Tabela 4 - Médias e desvios padrão (DP) de variação Δb_{ij} entre os períodos i e j (T_0 = inicial, T_1 = 15 dias de imersão e T_2 = 30 dias de imersão).....	64
Tabela 5 - Médias e desvios padrão (DP) de variação ΔL_{ij} entre os períodos i e j (T_0 = inicial, T_1 = 15 dias de imersão e T_2 = 30 dias de imersão).....	64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
3	PROPOSIÇÃO	51
4	MATERIAL E MÉTODOS	52
4.1	DENTES ARTIFICIAIS	52
4.2	ALIMENTOS LÍQUIDOS E CONDIÇÕES DE IMERSÃO	52
4.3	AVALIAÇÃO DE COR	54
4.4	METODOLOGIA ESTATÍSTICA	58
5	RESULTADOS	60
6	DISCUSSÃO	65
7	CONCLUSÕES	72
	REFERÊNCIAS	73
	APÊNDICE A Médias dos valores originais das leituras para cada um dos corpos-de-prova após os períodos de imersão.....	79
	APÊNDICE B Análise de variância para a avaliação da variação de cor entre os períodos de imersão.....	86

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a humanidade tem se preocupado com a substituição dos dentes perdidos desde 2000 anos a.C. com os egípcios, etruscos e outros povos, utilizando ouro, dentes bovinos e outros materiais (Turano, Turano¹ 2004). Atualmente os dentes artificiais utilizados em próteses removíveis totais e parciais são confeccionados em porcelana sinterizada à vácuo, resina acrílica convencional ou modificada ou resina composta (Diwan² 2006). Os dentes artificiais são confeccionados à semelhança dos dentes naturais imitando sua forma, textura, propriedades físicas, mecânicas e ópticas.

Os dentes artificiais de resina acrílica são confeccionados à base de polimetilmetacrilato modificado, e se baseiam na união retilínea de moléculas de metil-metacrilato, por meio de ligações covalentes (Ratner et al.³ 1996). Na década de 50 do século XX apareceram os agentes de ligação cruzada que passaram a ser incorporados aos dentes artificiais, cujos polímeros deixaram de apresentar cadeia linear para se tornarem ramificadas ou de ligações cruzadas. Esta modificação ofereceu aos dentes melhor resistência ao desgaste (Kulser⁴ 2006). Além disso, os dentes artificiais confeccionados à base de polimetilmetacrilato modificado apresentam propriedades químicas satisfatórias, não são tóxicos e nem insolúveis nos fluidos orais. Além disso, apresentam baixo módulo de elasticidade, baixa resistência ao escoamento, baixa resistência à abrasão, alta resistência ao impacto e ductilidade maior do que os de porcelana (Craig, Powers⁵ 2004). São menos propensos a fraturas quando submetidos a impactos, apresentam alta resiliência, são mais facilmente ajustados e exibem grande resistência a choques térmicos (Phoenix⁶ 2003, Diwan² 2006). Outra vantagem dos dentes de resina acrílica é a facilidade do recontorno oclusal para alcançar as alterações desejadas, necessárias para os diversos esquemas oclusais (Diwan² 2006). As qualidades estéticas dos dentes de resina acrílica melhoraram significativamente ao longo dos anos e clinicamente, são totalmente aceitáveis. Os dentes são preparados em camadas com diferentes cores, sendo as cores mais claras voltadas para as porções incisais ou oclusais, aumentando, assim, a translucidez (Craig, Powers⁵ 2004, Diwan² 2006).

Um dos objetivos da Odontologia Reabilitadora é restaurar a cor e a aparência da dentição natural nas próteses (Anusavice, Brantley⁷ 2003). A cor não é apenas a característica de um objeto, é uma impressão subjetiva, formada em uma

região específica do cérebro é decorrente de células especializadas: bastões e cones situados na retina. Também é uma propriedade da interação da luz com a matéria, sendo que a luz é uma onda eletromagnética que pode ser detectada pelo olho humano (Anusavice, Brantley⁷ 2003). Somente as energias electromagnéticas com comprimento de onda entre 400 nm a 700 nm são capazes de provocar uma reação fotoquímica na retina causada pela ação sobre as células especializadas (Gomes et al.⁸ 2007).

Em 1915 Munsell criou um sistema numérico ordenado para a descrição objetiva da cor que continua sendo o sistema de referência universal. Este sistema identifica a cor em três aspectos cromáticos: matiz, valor e croma (Sproull⁸ 2001, Gomes et al.⁹ 2007). O matiz descreve a cor dominante de um objeto como por exemplo, objetos vermelhos, verdes ou azuis; o valor ou luminosidade identifica o brilho ou a escuridão da cor, e pode ser medido independentemente do matiz; e o croma ou saturação é o grau de pureza ou intensidade da cor, ou grau de saturação de matiz, sendo que quanto maior o croma, mais intensa será a cor (Sproull⁹ 2001, Anusavice, Brantley⁷ 2003, Joiner¹⁰ 2004, Steenbecker, Garone Filho¹¹ 2006). A CIE (Comisión Internationale de l'Éclairage), em 1931, propôs um modelo padrão para medição da cor: o RGB, utilizando um modelo somatório, no qual vermelho, verde e azul são combinados de diferentes maneiras para se criar outras cores, pelas suas diferentes proporções, sendo possível obter todas as cores do espectro (Gomes et al.⁹ 2007). No mesmo ano, a CIE define novos valores X, Y e Z (Gross, Moser¹² 1977, Moser et al.¹³ 1978, Powers et al.¹⁴ 1978, Paul et al.¹⁵ 2002), eliminando números negativos, realizando para isto uma transformação matemática substituindo os primários RGB. Em 1976, a CIE criou o sistema L*,a*,b* (Shotwell et al.¹⁶ 1992, Satoh et al.¹⁷ 1993, Polyzois et al.¹⁸ 1997, Horn et al.¹⁹ 1998, Millstein et al.²⁰ 1998, Hersek et al.²¹ 1999, Paul et al.¹⁵ 2002, Sham et al.²² 2004) tornando-se o sistema mais usado para medir a cor em pesquisa. Por este sistema a coordenada L* está relacionada com luminosidade e a* e b* estão relacionadas com a cromaticidade (Stemberquer, Garone¹¹ 2006).

Devido ao aumento das exigências por parte dos pacientes, a estética deve ser obtida e mantida nas próteses removíveis parciais e totais para que os dentes substituídos não sofram alterações da morfologia ou de cor durante o transcorrer do tempo. Dunn²³ (1998) relatou que a cor dos dentes é um fator significativo na atratividade do sorriso e que esta desempenha papel importante na

percepção global da beleza física. Assim, próteses que recuperam corretamente a estética podem melhorar também o estado psicológico dos pacientes.(Denli et al.²⁴ 1996).

Embora existam estudos na literatura que demonstrem a alteração de cor dos materiais odontológicos, poucos avaliaram a estabilidade de cor de dentes artificiais. Millstein et al.²⁰ (1998) avaliaram o efeito da cor de materiais para base de próteses sobre a cor dos dentes artificiais, demonstrando que as cores para base de próteses podem influir na percepção da cor dos dentes artificiais. Poucos estudos investigaram a estabilidade de cor dos dentes após a imersão em alimentos líquidos (Sato et al.¹⁷ 1993, Mutlu-Sagense et al.²⁵ 2001, Esteves et al.²⁶ 2006). Por estes estudos concluiu-se que os dentes artificiais apresentam pouca estabilidade de cor ao longo do tempo após contato com estes alimentos.

Diversos métodos são utilizados para a avaliação de cor, entre eles o método subjetivo visual (Gross, Moser¹¹ 1977, Khan et al.²⁷ 1987, Johnston, Kao²⁸ 1989, Horn et al.¹⁹ 1998, Okubo et al.²⁹ 1998, Oliveira et al.³⁰ 2002, Paul et al.¹⁵ 2002, Joiner¹⁰ 2004, Esteves et al.²⁵ 2007) e os métodos objetivos, com a utilização de instrumentos como espectrofotômetro (Powers et al.¹⁴ 1978, Buyukyilmaz, Ruyter³¹ 1994, Liberman et al.³² 1995, Kim, Um³³ 1996, Scotti et al.³⁴ 1997, Horn et al.¹⁹ 1998, Anil et al.³⁵ 1999, Hersek et al.²¹ 1999, Saito et al.³⁶ 2000, Oliveira et al.³⁰ 2002, Paul et al.¹⁵ 2002, Lai et al.³⁷ 2003, Joiner¹⁰ 2004, Patel et al.³⁸ 2004, Vichi et al.³⁹ 2004, Esteves et al.²⁶ 2006, Kolbeck et al.⁴⁰ 2006, Türker et al.⁴¹ 2006) colorímetros (Hayashi et al.⁴² 1974, Gross, Moser¹² 1977, Khan et al.²⁷ 1987, Johnston, Kao²⁸ 1989, Khokhar et al.⁴³ 1991, Sato et al.¹⁷ 1993, May et al.⁴⁴ 1996, Uchida et al.⁴⁵ 1998, Stober et al.⁴⁶ 2001, Tung et al.⁴⁷ 2002, Joiner¹⁰ 2004, Guler et al.⁴⁸ 2005, Ikeda et al.⁴⁹ 2005) ou por análise computarizada com imagem digital (Khan et al.²⁷ 1987, Sato et al.¹⁷ 1993, Joiner¹⁰ 2004, Omata et al.⁵⁰ 2006). Os colorímetros usam três filtros que correspondem aos picos das três dimensões das cores, medindo diretamente os valores X, Y e Z (Rosa e Della Bona⁵¹ 2007). O método da espectrofotometria de reflectância passou a ser utilizado na clínica odontológica com o uso de espectrofotômetros manuais pela sua possibilidade de reduzir os aspectos subjetivos do processo de seleção da cor (Rosa e Della Bona⁵¹ 2007). Assim, a reabilitação dos pacientes parcialmente desdentados pode tornar-se mais exata no que se refere à seleção da cor. A determinação da composição espectral dos dentes em suas três dimensões, por meio de aparelhos eletrônicos, é

importante evolução para a Odontologia, pois torna possível a seleção rápida da cor, de forma eficiente, quantificável e reprodutível, proporcionando maior índice de acerto (Rosa e Della Bona⁵¹ 2007).

Com base nas informações acima mencionadas, percebe-se a necessidade da realização de estudos que investiguem a estabilidade cromática dos dentes artificiais de resina acrílica disponíveis comercialmente após a imersão em diferentes meios corantes.

percepção global da beleza física. Assim, próteses que recuperam corretamente a estética podem melhorar também o estado psicológico dos pacientes.(Denli et al.²⁴ 1996).

Embora existam estudos na literatura que demonstrem a alteração de cor dos materiais odontológicos, poucos avaliaram a estabilidade de cor de dentes artificiais. Millstein et al.²⁰ (1998) avaliaram o efeito da cor de materiais para base de próteses sobre a cor dos dentes artificiais, demonstrando que as cores para base de próteses podem influir na percepção da cor dos dentes artificiais. Poucos estudos investigaram a estabilidade de cor dos dentes após a imersão em alimentos líquidos (Sato et al.¹⁷ 1993, Mutlu-Sagense et al.²⁵ 2001, Esteves et al.²⁶ 2006). Por estes estudos concluiu-se que os dentes artificiais apresentam pouca estabilidade de cor ao longo do tempo após contato com estes alimentos.

Diversos métodos são utilizados para a avaliação de cor, entre eles o método subjetivo visual (Gross, Moser¹¹ 1977, Khan et al.²⁷ 1987, Johnston, Kao²⁸ 1989, Horn et al.¹⁹ 1998, Okubo et al.²⁹ 1998, Oliveira et al.³⁰ 2002, Paul et al.¹⁵ 2002, Joiner¹⁰ 2004, Esteves et al.²⁵ 2007) e os métodos objetivos, com a utilização de instrumentos como espectrofotômetro (Powers et al.¹⁴ 1978, Buyukyilmaz, Ruyter³¹ 1994, Liberman et al.³² 1995, Kim, Um³³ 1996, Scotti et al.³⁴ 1997, Horn et al.¹⁹ 1998, Anil et al.³⁵ 1999, Hersek et al.²¹ 1999, Saito et al.³⁶ 2000, Oliveira et al.³⁰ 2002, Paul et al.¹⁵ 2002, Lai et al.³⁷ 2003, Joiner¹⁰ 2004, Patel et al.³⁸ 2004, Vichi et al.³⁹ 2004, Esteves et al.²⁶ 2006, Kolbeck et al.⁴⁰ 2006, Türker et al.⁴¹ 2006) colorímetros (Hayashi et al.⁴² 1974, Gross, Moser¹² 1977, Khan et al.²⁷ 1987, Johnston, Kao²⁸ 1989, Khokhar et al.⁴³ 1991, Sato et al.¹⁷ 1993, May et al.⁴⁴ 1996, Uchida et al.⁴⁵ 1998, Stober et al.⁴⁶ 2001, Tung et al.⁴⁷ 2002, Joiner¹⁰ 2004, Guler et al.⁴⁸ 2005, Ikeda et al.⁴⁹ 2005) ou por análise computarizada com imagem digital (Khan et al.²⁷ 1987, Sato et al.¹⁷ 1993, Joiner¹⁰ 2004, Omata et al.⁵⁰ 2006). Os colorímetros usam três filtros que correspondem aos picos das três dimensões das cores, medindo diretamente os valores X, Y e Z (Rosa e Della Bona⁵¹ 2007). O método da espectrofotometria de reflectância passou a ser utilizado na clínica odontológica com o uso de espectrofotômetros manuais pela sua possibilidade de reduzir os aspectos subjetivos do processo de seleção da cor (Rosa e Della Bona⁵¹ 2007). Assim, a reabilitação dos pacientes parcialmente desdentados pode tornar-se mais exata no que se refere à seleção da cor. A determinação da composição espectral dos dentes em suas três dimensões, por meio de aparelhos eletrônicos, é

importante evolução para a Odontologia, pois torna possível a seleção rápida da cor, de forma eficiente, quantificável e reprodutível, proporcionando maior índice de acerto (Rosa e Della Bona⁵¹ 2007).

Com base nas informações acima mencionadas, percebe-se a necessidade da realização de estudos que investiguem a estabilidade cromática dos dentes artificiais de resina acrílica disponíveis comercialmente após a imersão em diferentes meios corantes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Hayashi et al.⁴² (1974) avaliaram a tendência de várias resinas à descoloração. Foram comparadas as tonalidades claras de oito marcas comerciais de resinas compostas com uma resina acrílica (Adaptic, Concise, Addent XV, Blendant, Posite, Shofu Composite, Yarbon A69, TD-71, Pile-A), as quais foram inseridas em cavidades de 5 mm x 8 mm x 3 mm preparadas em blocos de hidrocal. Os corpos-de-prova foram removidos 15 h e 48 h após a mistura e cada superfície recebeu acabamento com discos de lixa de números 100, 300, e 500 para acabamento. A seguir, os corpos-de-prova foram polidos com taças de borracha e pasta para polimento e imersos em meios corantes orgânicos: 100 ml de azeite de laranja ou de oliva a 37°C. Após três meses os corpos-de-prova foram removidos e limpos. A cor dos corpos-de-prova foi analisada antes e após a imersão, com analisador de cor Bausch & Lomb, variando-se a intensidade dos raios em comprimento de onda de 415 m μ a 685 m μ em intervalos de 30 m μ . De acordo com a técnica, os valores de vermelho (X) verde (Y) e azul (Z) foram convertidos em L*, a*, b* aplicando-se a fórmula: $a = 175 (102 X - Y) / \sqrt{Y}$, $b = 70 (Y - 0,8472) \sqrt{Y}$, $L = 100 \sqrt{Y}$. A diferença entre os valores de antes e após a imersão foi obtida pela fórmula de ΔE (NBS) = $\sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2}$. Os dados foram obtidos para cinco corpos-de-prova por grupo. Além da análise no colorímetro, a cor foi observada visualmente pelo método direto e por meio de fotografias para ser comparado com o grupo controle (armazenamento em água destilada a 37°C). O grau de manchamento observado com o olho humano concordou perfeitamente com os resultados do equipamento colorimétrico, sendo que se obteve alteração de cor mais significativa nos corpos-de-prova que receberam polimento aos 15 min do que às 48 h, as resinas que apresentaram maior alteração de cor foram Concise Addent XV, Blendant TD – 71 e Yarbon e as que apresentaram menores alterações foram Adaptic, Shofu Composite / posite e Pile A.

Gross e Moser¹² (1977) determinaram, por meio das técnicas colorimétrica e visual, a alteração de cor de diferentes resinas compostas imersas em soluções de café (pH = 6,78), chá (pH = 6,56) e água destilada (pH = 6,34), como grupo controle. Foram utilizadas quatro resinas compostas: Adaptic, Prestige, Addent XV e Smile, manipuladas segundo as recomendações do fabricante. Os

corpos-de-prova de cada material foram polimerizados em contato com tiras de poliéster. Metade deles recebeu polimento com lixas de granulação de 350 a 600. A seguir, permaneceram uma semana em água destilada e ambiente escuro, quando foi realizada a primeira leitura de cor utilizando-se colorímetro (Color-Eye). Os corpos-de-prova foram imersos em uma das soluções já mencionadas a 55°C, por um período de 12 dias. Aos 13 dias foram retirados e lavados com água, posicionados novamente no espectrofotômetro com fundo escuro (óxido de titânio) e foi realizada a leitura final. Dez estudantes de odontologia que participaram na análise visual analisaram as mesmas superfícies dos corpos-de-prova, os quais depois de secos foram posicionados em folhas de cartolina branca, distribuídos em colunas organizadas de acordo com a marca comercial, solução de imersão e tipo de polimento. O registro das cores se fez comparando as colunas da mesma marca com seu diferente polimento e os corpos-de-prova com mesmo polimento da mesma marca imersos nas três diferentes soluções. Para todos os materiais e tipos de acabamento, a imersão em café e chá produziu alterações de cor significativamente maiores do que a água destilada. O café produziu alterações de cor significativamente maiores do que o chá, com exceção das resinas Prestige e Addent XV que receberam acabamento. Os corpos-de-prova do mesmo material com diferentes tipos de acabamento que foram imersos em chá, apresentaram maiores alterações que os do grupo controle e os imersos em café, sendo que para a marca Adaptic a alteração de cor foi menor, quando comparada com Smile.

Moser et al.¹³ (1978) investigaram as alterações de cor de quatro resinas compostas no sistema Munsell em termos de matiz, valor e croma, e compararam os resultados com aqueles obtidos em um estudo anterior, quando os mesmos autores utilizaram um colorímetro e valores triestímulos de CIE L*a*b*; permitindo a comparação entre os sistemas visual e instrumental. No estudo original foram utilizados 42 corpos-de-prova confeccionados com quatro resinas compostas que foram preparadas de acordo as recomendações do fabricante com 10 mm de diâmetro e 1 mm de espessura. Após a polimerização, foram armazenados em água destilada na ausência de luz. Metade dos corpos-de-prova foi polida com tiras de poliéster e outra metade com lixa de granulometria 600. Sete corpos-de-prova de cada material e tipo de polimento foram agitados continuamente em soluções corantes (água - controle, café ou chá) durante 12 dias a 55°C. Utilizando o

iluminante C, foram realizadas mensurações de cor com o colorímetro Color-eye. Os valores do colorímetro X, Y e Z foram determinados antes e após a imersão em cada solução testada. As leituras de X, Y e Z foram convertidas a valores triestímulos, os valores da diferença total foram calculados pelo programa Friele MacAdam Chickering (FMC) e antes de converter os dados ao sistema Munsell, os valores triestímulos foram transformados a coordenadas de cromaticidade X e Y. As coordenadas de cromaticidade e luminosidade refletida (Y) foram convertidas a Munsell, matiz (H), valor (V) e croma (C). Estas conversões foram realizadas com o programa FORTRAN. Na pré-imersão dos corpos-de-prova, o matiz foi encontrado em variações de 1,5 Y a 7,0 Y, para croma, entre 0,3 a 2,0 e para valor, entre 5,3 a 6,3. Calculou-se a diferença antes e após a imersão para matiz, valor e croma. As maiores alterações de cor dos corpos-de-prova foram encontradas para a solução de café, seguida pela solução de chá e água destilada, e segundo a análise de Variância (ANOVA), as mudanças expressas pelo sistema Munsell e a diferença de cor registrada pelo colorímetro foram estatisticamente diferentes principalmente para valor e croma, mas não para matiz.

Powers et al.¹⁴ (1978) estudaram os efeitos de espessura, cor de fundo, reflexão especular e rugosidade superficial sobre a cor de cinco resinas restauradoras analisadas em espectrofotômetro de reflectância. Foram utilizadas quatro resinas comerciais e uma resina sem partículas de carga. Foram confeccionadas para cada uma delas três corpos-de-prova com 36 mm de diâmetro por 1,3 mm de espessura, seguindo as recomendações do fabricante. Posteriormente, os corpos-de-prova foram colocados em um forno a 37°C, e nos primeiros 90 s após o início da mistura todos os corpos-de-prova foram armazenados durante 24 h antes do teste. A média de rugosidade foi de 2,5 µm para o lado rugoso (polimerizado em contato com metal) e 0,6 µm para o lado liso (polimerizado em contato com placa de vidro). Os corpos-de-prova foram colocados uns sobre os outros, variando sua espessura (1,3; 2,6; e 3,9 mm) e sua posição para, assim, avaliar a porcentagem de reflectância. Isto foi realizado para cada uma das resinas entre 405 nm e 700 nm. Cada corpo-de-prova foi avaliado sob duas condições de reflectância, uma com fundo preto e outra com fundo branco padronizado. Os valores triestímulos foram obtidos em iluminação C e os dados de

cromaticidade foram obtidos por meio de um programa de computador. Os valores entre os produtos, entre as diferentes espessuras e entre os fundos utilizados foram estatisticamente diferentes, sendo maiores os valores de reflectância quando se utilizou o fundo preto e menor os valores quando se utilizou o fundo branco, aumentando também a opacidade quando se aumentou a espessura dos corpos-de-prova.

Khan et al.²⁷ (1987) investigaram as propriedades mecânicas e características superficiais do material para base de próteses Triad VCL, (fotopolimerizável) e compararam a resistência flexural, dureza superficial e manchamento desse material com uma resina acrílica convencional (PMMA). Foram utilizados cortes de 72 mm x 25 mm x 3 mm para o material fotopolimerizável segundo as recomendações do fabricante; os corpos-de-prova da resina acrílica convencional, confeccionados nas mesmas medidas do material fotopolimerizável, foram incluídos com gesso em mufla metálica. Oito corpos-de-prova de cada material foram obtidos, quatro para serem usados em microdureza e testes de manchamento e os outros para os testes de resistência. Os testes de manchamento foram realizados em soluções preparadas em 800 ml de água destilada a 100 °C na qual era imerso um sachê de chá de 8 g durante 5 min e depois retirado, tendo sido adicionado 0,1 g de ácido de sódio à solução como agente antifúngico e bactericida. Os corpos-de-prova foram imersos separadamente no chá a 37°C ± 1°C e 50°C ± 1°C e fotografados a cada dez dias durante dois meses. O manchamento foi determinado por comparação visual independente antes e após a imersão ao final do estudo. A dureza superficial de ambos materiais foi determinada em microdurômetro semi-automático com 20 g de carga. Os testes de microdureza foram realizados com os mesmos corpos-de-prova utilizados para o teste de manchamento após 0, 7, 14, 24, 34 e 42 dias de imersão na solução de chá. A resistência flexural dos dois materiais foi determinada segundo a especificação número 12 da ADA. Após 10 e 20 dias, nas soluções de chá a 37°C e 50°C, o material Triad VCL não teve nenhuma alteração da cor. Os testes de absorção de água, resistência flexural e microdureza demonstraram alteração significativa para o material Triad VCL. Observações em estereomicroscópio não revelaram diferenças na porosidade e rugosidade superficial dos materiais. Os autores associaram o grau de manchamento da resina Triad VCL ao seu maior grau de absorção de água.

Johnston e Kao²⁸ (1989) apresentaram a relação entre os critérios visuais do serviço de saúde pública dos Estados Unidos (USPHS), uma escala visual (EVRSAM) e um colorímetro, na avaliação da cor de compósitos para facetas. Foram selecionados pacientes com necessidades de restaurações estéticas anteriores, que foram realizadas com três tipos de resinas microparticuladas (Durafill, Prisma e Silux). A seleção visual da tonalidade foi realizada com base no dente adjacente, contralateral ou antagonista, ou em restaurações existentes, por meio das guias de cores dos fabricantes. Se o dente ou restauração apresentava várias cores, a seleção da tonalidade foi realizada comparando-se mais de um dente até se chegar a uma tonalidade satisfatória. A avaliação da cor base foi obtida após uma semana de restaurados os dentes, e após seis e doze meses as restaurações realizadas foram avaliadas. A avaliação visual foi realizada com dois examinadores treinados. Se houvesse discordância, um terceiro examinador auxiliava na seleção. A média da diferença de cor do CIE a^*b^* julgada clinicamente aceitável pelo USPHS foi igual a 3,7. Os resultados revelaram diferença estatística entre os dois métodos visuais e os dados obtidos pelo colorímetro.

Khokhar et al.⁴³ (1991) avaliaram a estabilidade de cor de resinas compostas indiretas expostas a dietas comuns e agentes químicos usados para realizar higiene oral. Foram estudadas quatro resinas para restaurações: Dentacolor, Visio-Gem, Brilliant D.I ou Concept, colocadas em três meios líquidos (gluconato de clorexidina a 0,12%, café e chá). Foram utilizadas matrizes metálicas para a fabricação dos corpos-de-prova, tendo 6 mm de diâmetro e 2 mm de espessura, com polimerização e acabamento segundo as recomendações do fabricante. Foram obtidos 26 corpos-de-prova de cada material. Para expor as amostras aos fluidos selecionados foi utilizado o aparelho Tuccillo-Nielson, que consiste em uma roda de plástico vertical rotacional contendo oito orifícios. Os corpos-de-prova foram colocados na roda, a velocidade de uma rotação por minuto (rpm), mergulhando-os alternadamente e removendo cada corpo-de-prova durante 15 e 45 s. Três corpos-de-prova de cada material testado foram usados como controle, sendo armazenados em água destilada em ambiente escuro. As amostras foram polidas com taça de borracha e pasta profilática para posteriormente realizar-se a mensuração da cor. Os dados de cor foram obtidos usando Minolta Chroma Meter II e analisados por um

processador de dados Minolta DP-100. A mensuração da cor foi realizada às 6 h, 12 h, 24 h e 48 h, após o armazenamento, utilizando-se iluminação D65, que corresponde à luz dia, com o sistema CIE a^*b^* . Os resultados de diferenças de cor foram obtidos com a seguinte fórmula $\Delta E^*ab = [(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$. As leituras dos corpos-de-prova foram realizadas antes e após serem imersos nos meios líquidos e após o polimento. A imersão da resina Dentacolor em café promoveu alteração de cor estatisticamente significativa, quando comparada com a resina Concept, nos tempos de 6 h e 48 h; para café, clorexidina e saliva, a resina Brilliant DI apresentou alteração de cor significativa com relação à resina Concept. Para chá, a Visio-Gem apresentou um incremento de cor às 24 h e as outras quatro resinas apresentaram maior alteração de cor às 48 h. Para chá, clorexidina e saliva as quatro resinas apresentaram um incremento em ΔE às 6 h e 48 h. O polimento reduziu a alteração de cor de todas as resinas. Os corpos-de-prova utilizados como controle apresentaram alterações de cor nos valores ΔE ab, mas nenhum dos valores foi perceptível ao olho humano. Os pesquisadores concluíram que a dieta tem um fator importante no manchamento dos materiais testados, sendo o chá causador de maior alteração do que o café. O manchamento superficial pôde ser removido com os procedimentos normais de higiene, apesar de ir-se acumulando com o transcorrer do tempo.

Um e Ruyter⁵² (1991) estudaram *in vitro* a estabilidade de cor de cinco materiais para facetas estéticas à base de resina acrílica tendo ou não carga na sua composição, após a exposição em solução de café em infusão, solução de café filtrado e solução de chá. Foram utilizadas duas resinas fotopolimerizáveis (Visio-gem - VG e Dentacolor - DC) e três termopolimerizáveis (Vitapan Monopast - VI, Isosit - IS e Biodent - K +B plus - BI) realizando para cada uma delas nove corpos-de-prova com um diâmetro de 35 mm e 1,4 mm de espessura, manipulados segundo as recomendações do cada fabricante. O acabamento final foi realizado até os corpos-de-prova alcançarem espessura de 1,30 mm \pm 0,02 mm. As soluções foram preparadas assim: para solução de café em infusão, 60 g de café foram colocados em 1 l de água destilada quente durante 10 min para somente a seguir ser coado em filtro de papel; para a solução de café filtrado, 60 g de café foram colocados diretamente no filtro de papel e 1 l de água destilada quente foi despejada sobre o filtro, após o que esta solução foi filtrada novamente através de dois dos

outros filtros de papel e completada com água destilada até marcar 1l; a solução de chá foi preparada com 10 g de chá puro em 1 l de água destilada quente durante 5 min, e também foi passada por filtro de papel. Os corpos-de-prova foram armazenados nas soluções de café e chá e mantidos em incubador a 50°C por 0,5 h; 1 h; 2 h; 3 h; 6 h; 9 h; 12 h; 18 h; 24 h; 36 h; 48 h e 1000 h; posteriormente foram removidos das soluções e imersos em água destilada por 10 min por duas vezes consecutivas. Imediatamente após, os corpos-de-prova foram imersos em solução de limpeza, preparada com 10 ml de sabão e 700 ml de água destilada por 10 min, e enxágüe final com água destilada. Após a mensuração da cor nos tempos de armazenamento estipulados anteriormente, os corpos-de-prova foram novamente imersos nas soluções de café e chá, sendo que às 1000 h e antes da mensuração da cor esses corpos-de-prova foram submetidos a três diferentes métodos de limpeza para tirar a pigmentação deixada às 48 h. O primeiro dos métodos foi imersão em solução de sabão por 5 min, esfregando ambos dos lados por 1 min seguido de lavagem com água destilada; o segundo foi utilizando 40 escovações em duas direções em ângulo de 90° com imersão em sabão; e o terceiro foi realizando o mesmo método de escovação, desta vez usando 20 mm de dentifrício e lavando com água destilada. Às 1000 h, três corpos-de-prova de cada marca foram armazenados em solução de café em infusão e filtrado, assim como também em solução de chá a $50 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 1000 h, depois foram removidos os corpos-de-prova realizando os mesmos três métodos de limpeza antes descritos, com um acabamento extra, utilizando pressão digital durante 60 s em cada lado, fazendo-se em seguida a mensuração de cor. As características de cor foram comparadas com os outros corpos-de-prova elaborados recentemente. Para a mensuração da cor utilizou-se um espectrofotômetro de reflectância e escala CIE a^*b^* . Nos resultados, além da obtenção da caracterização química quanto à carga dos materiais, encontrou-se que depois de 48 h de imersão, a solução de chá apresentou grande alteração da cor em todos os materiais e a solução de café filtrado produziu maior alteração na cor que a solução de café em infusão, sendo que as marcas IS e BI apresentaram melhor estabilidade que as marcas VI e VG. A descoloração apresentada nos corpos-de-prova em contato com a solução de chá foi mais facilmente removida com escova e dentifrício que para os corpos-de-prova em contato com a solução de café filtrado e a solução de café aquecido. A alteração de cor por café poderia ser atribuída, segundo os autores, à adsorção e à absorção de

corantes em duas das marcas testadas, provavelmente devido à compatibilidade do polímero com o corante amarelo do café.

May et al.⁵³ (1992) investigaram quantitativamente a estabilidade de cor, em função do envelhecimento acelerado, de quatro resinas acrílicas utilizadas em base de próteses (Triad, Accelar 20, Compak 20 e Acron GC), uma para reparação de prótese (Perm Repair) e uma resina convencional termopolimerizável (Hy-pro). Foram confeccionados cinco corpos-de-prova para cada material, com 50 mm de diâmetro por 1 mm de espessura. Os corpos-de-prova foram desgastados até espessura de 0,5 mm (especificação número 12 da ADA). A seguir, os corpos-de-prova foram hidratados em água destilada durante 30 dias e as avaliações foram realizadas (Chroma Meter II) em três áreas próximas ao centro dos corpos-de-prova. Dessa maneira, foram obtidas alterações de sua cor base (ΔE) antes e após 100 h e 300 h de exposição ao envelhecimento acelerado. Foram registradas as médias de três leituras de cada material. Os resultados demonstraram alteração de cor significativa após 300 h de exposição ao envelhecimento acelerado, mas não após 100 h. Os materiais e os tempos empregados foram fatores significantes, embora na interação dos dois não tenha havido diferença significativa; os materiais menos afetados pelas condições de envelhecimento acelerado foram Lucitone Hy-pro e Triad (VLAR).

Shotwell et al.¹⁶ (1992) determinaram a estabilidade de cor de materiais de reembasamento para próteses totais submetidos a um teste *in vitro* de envelhecimento acelerado. Os materiais foram divididos em três grupos: silicones, resinas acrílicas e polifosfacine. Cinco discos de cada material foram obtidos com um molde de teflon de 28 mm de diâmetro e 4 mm de espessura, de acordo com as recomendações do fabricante. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada durante 24 h e a cor foi mensurada, utilizando colorímetro acoplado a um processador DP-100. Após a mensuração de cor inicial, os corpos-de-prova foram colocados em uma câmara de envelhecimento acelerado a 110 F e expostos a uma fonte de luz visível ultravioleta de xenon com umidade relativa. A umidade foi conseguida utilizando-se spray de água destilada a cada 102 min por 18 min, sendo que os corpos-de-prova foram mantidos na câmara por 100 h. Ao término do período, novas medições de cor foram realizadas. As alterações de cor foram

calculadas para se obter os valores triestímulos com o uso da CIE $L^*a^*b^*$ e a diferença de cor foi verificada com a fórmula: $\Delta E^*_{ab} = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$. Os autores observaram que o material Prolastic silicone foi menos afetado, o acrílico Astron LC e o silicone Molloplast-B apresentaram diferença não estatisticamente significativa, e Coe Supersoft e Novus apresentaram diferenças estatísticas em relação aos outros materiais testados, sendo que as alterações de cor destas últimas foram facilmente detectadas visualmente. Os autores concluíram que a combinação da câmara de envelhecimento acelerado e a mensuração de cor utilizando o colorímetro foi efetiva para a avaliação da estabilidade de cor de materiais de reembasamento de próteses.

Satoh et al.¹⁷ (1993) avaliaram a susceptibilidade de pigmentação em incisivos centrais superiores esquerdos, de cinco marcas comerciais de dentes utilizados para próteses, sendo dois de alta dureza (Endura Anterior, Shofu Co., Ltd. e Duradent Anterior, GC Co., Ltd.), dois convencionais (Real Crown, Shofu Co., Ltd. e Acrylic Teeth, GC Co., Ltd.) e um de porcelana (Real Teeth, Shofu Co., Ltd.). Os autores utilizaram os meios corantes vermelho alimentício à 2%, café e 2% de turmérico para a imersão dos dentes. Cada marca comercial de dente foi dividida em três grupos de cinco, para cada meio corante. A seguir os grupos foram divididos em duas condições diferentes de limpeza e imersos por quatro semanas. Metade dos corpos-de-prova foi limpa diariamente com ultra-som em soluções de Ultraclin por 30 s. Os líquidos foram substituídos a cada 24 h. A cor foi determinada antes da imersão e os valores obtidos foram usados como controle. Quatro condições foram observadas para cada tipo de dente: com e sem limpeza diária depois da primeira semana de imersão, e outros com e sem limpeza diária depois da quarta semana de imersão. As condições de cor foram lidas na intersecção de uma linha central vertical e uma linha central horizontal na superfície vestibular do dente. Para a obtenção dos resultados foi utilizado colorímetro com sistema de análise de imagem (LA-555 Co., Ltd.) e câmera digital (TK-870K, Victor Co., Ltd.). Para a análise dos dados utilizou-se o sistema de cor $L^* a^* b^*$ da CIE 1976. Os valores obtidos na diferença da cor foram multiplicados por 0,92 obtendo valores baseados na National Bureau of Standards (NBS), utilizada para avaliar as mudanças de cor percebidas pelo olho humano. Nos resultados obtidos, a cor amarela do turmérico tendeu a ter mais afinidade pelos cinco tipos de dentes artificiais. Os dentes artificiais de alta

dureza apresentaram menor tendência à pigmentação que os dentes convencionais. Em contraste, os dentes de alta dureza, comparados com os dentes de porcelana apresentaram maior susceptibilidade ao manchamento. Na quarta semana de imersão, houve maior alteração de cor dos dentes que na primeira. Todos os dentes que foram submetidos à limpeza diária tiveram menor susceptibilidade ao manchamento quando comparados com os dentes que não foram limpos.

Buyukyilmaz e Ruyter³¹ (1994) investigaram quantitativamente a alteração de cor de sete diferentes marcas de resina para base de próteses, sendo uma fotopolimerizável, três autopolimerizáveis e três termopolimerizáveis. Estudaram também a absorção de água e suas características químicas. Quinze corpos-de-prova de cada material foram confeccionados, segundo as recomendações do fabricante, com 35 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. O polimento foi realizado com lixas de granulometria 1000 e 1200, obtendo uma espessura final de 2,0 mm \pm 0,1 mm. Os corpos-de-prova de cada material foram divididos em cinco grupos, nas seguintes condições e tratamentos: imersão em café, chá, água destilada a 55°C em ausência de luz, e água destilada a 37°C sob exposição à luz solar artificial. A solução de café foi preparada filtrando 1 L de água destilada em ebulição em 60 g de café e utilizando 10 g de chá em 1 L de água destilada em ebulição por 5 min, foi preparada a solução de chá; Os três corpos-de-prova restantes de cada material foram utilizados para testes de absorção e solubilidade de água. Para a imersão em soluções de café e chá, os corpos-de-prova foram levados a incubador e armazenados por 1 h, 2 h, 3 h, 6 h, 9 h, 12 h, 18 h, 24 h, 48 h, 72 h e 96 h, a 50°C com 10 ml, e em cada intervalo de tempo foram retirados das soluções, lavados com sabão e água destilada, realizada a primeira série de mensurações de cor e as soluções de imersão foram renovadas. Após as 96 h do armazenamento, realizou-se outra limpeza, desta vez utilizando três métodos padronizados em todos os corpos-de-prova: o primeiro foi imersão durante 5 min em solução de sabão, secagem e enxágue com água destilada; o segundo dos métodos empregados foi realizado com escovações padronizadas utilizando solução de sabão e lavagem final; e o terceiro foi realizado com escovas padronizadas, pasta de dentes, e lavagem com água destilada. Após a limpeza, os corpos-de-prova, foram novamente imersos em soluções de café e chá, empregando-se um tempo adicional de 1000 h à temperatura de 50°C \pm 1°C. As

soluções foram renovadas semanalmente após a utilização dos três métodos de limpeza anteriormente citados. A cada substituição das soluções, foi realizado polimento com lixa de granulação 2400, seguida de nova leitura de cor. A terceira condição foi imersão em água destilada a 50°C durante 6 h, 12 h, 24 h, 48 h, 96 h, 168 h, 336 h, 720 h e 1400 h. Na quarta condição, os corpos-de-prova foram expostos à luz de xenon, pelos períodos de 2 h, 4 h, 6 h, 18 h, 24 h, 48 h, 72 h, 96 h, 168 h, 336 h e 504 h em água a 37°C. Os corpos-de-prova restantes foram utilizados para a avaliação de absorção e solubilidade em água. As características químicas dos materiais foram avaliadas com procedimentos cromatográficos líquida e gasosa, e com espectrofotometria no comprimento de onda do infravermelho. Todas as mensurações de cor foram realizadas com espectrofotômetro de reflectância, obtendo valores tristímulos e valores CIE $*a*b*$. Os resultados demonstraram que o café e o chá promoveram manchamentos superficiais, os quais foram reduzidos com escovação e dentífrico. No grupo imerso em água destilada a 50°C os materiais foram relativamente resistentes ao manchamento. Quando expostos à luz de xenon revelaram diferenças na estabilidade de cor e demonstraram absorção de água de 2,5% a 3,5% do seu volume total.

Liberman et al.³² (1995) determinaram condições ótimas laboratoriais na mensuração objetiva da cor de acrílicos expostos à luz artificial, além de avaliar o efeito de diferentes fundos e comparar esta mensuração objetiva com avaliação subjetiva em materiais comercialmente disponíveis. Foram confeccionados corpos-de-prova com 50 mm de diâmetro por 0,5 mm de espessura para dez marcas comerciais de resinas acrílicas utilizadas como base de prótese (Fastcure rosa e claro, Meanway, Minaryl, QC 20, SR Ivocap, SR 3/60, Trevalon, Trevalon C e Trevalon HI). Três marcas de resinas acrílicas foram selecionadas para determinar um padrão de fundo ótimo na quantificação da mudança da cor. Os corpos-de-prova foram divididos ao meio, tendo uma metade exposta a lâmpada de xenon a 6500 °K durante 24 h, e a outra metade protegida da irradiação. Com ajuda de espectrofotômetro (Minolta CR-221), iluminante C, angulação de incidência da luz a 45° e fundo branco padrão, foram realizadas as mensurações da cor na escala CIE $*a*b*$. Três leituras de cada local pré-estabelecido foram registradas nos corpos-de-prova, sendo um total de oito mensurações, quatro para uma metade e quatro para a

outra metade. Após isso, foram realizadas mensurações para os três materiais com nove diferentes fundos (branco, violeta, amarelo escuro, amarelo claro, laranja, vermelho, azul, preto e cinza), sendo que para todos os dez materiais utilizou-se um fundo branco; os dados foram calculados por meio a equação : $\Delta E^{*ab} = [(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$. Na avaliação subjetiva, realizada por três técnicos experientes, os corpos-de-prova foram levados contra um fundo branco, comparando suas conclusões com os dados obtidos na avaliação objetiva sob fundo branco. Os resultados demonstraram valores de a^* na direção da cor vermelha em todos os fundos testados com a resina Fastcure; para os outros fundos, as resinas SR Ivocap, Minacryl, tiveram mudanças na cor para o verde; para os valores em b^* foram encontradas diferenças significantes com a utilização do fundo branco em todos os materiais testados; e mudanças significantes nos valores de ΔE foram encontrados durante a exposição dos corpos-de-prova à luz ultravioleta durante 24 h quando utilizado o fundo branco. Os autores concluíram que o teste dos materiais deve ser objetivo para não ocorrerem erros na avaliação.

Kim e Um³³ (1996) compararam as tonalidades das guias de cores com as cores de resinas compostas disponíveis comercialmente. Foram confeccionados três corpos-de-prova de cada material (Z 100, Prisma TPH, Herculite XR, Tetric e Silux Plus), utilizando-se matriz de 16,0 mm de diâmetro e 1,6 mm de espessura. Os materiais foram confeccionados segundo as recomendações do fabricante. Posteriormente, os corpos-de-prova foram polidos com lixa de papel de granulação 320, 400, 600, 800, 1000 e 1200. Para as leituras de cor, foi utilizado espectrofotômetro (Color-Eye 3000) com iluminante D65, utilizando as coordenadas CIE $L^*a^*b^*$. O equipamento foi calibrado após cada leitura, utilizando-se o software Optiview (MacBeth) e os valores de comprimento de onda foram observados para cada corpo-de-prova de 20 nm de intervalo entre 360 e 740 nm, obtendo valores X, Y e Z. Posteriormente, os valores X, Y e Z foram convertidos a $L^*a^*b^*$ e as diferenças de cor foram calculadas correspondendo a par de tonalidades de guia de cor e os corpos-de-prova de resina composta. Foram observadas diferenças de cor, detectáveis a olho nu, entre todas as tonalidades da guia e os corpos-de-prova de resina, exceto para as tonalidades D3, A3 e B2 da Z100 e as tonalidades B2 de Prisma TPH. Comparando-se as médias do ΔE dos materiais foi verificado que a Z100 apresentou menor diferença de cor seguida da Prisma TPH, Tetric, Silux Plus

e Herculite XR, concluindo-se que as tonalidades das guias são inadequadas para a seleção de cor para as restaurações de resina compostas.

May et al.⁴⁴ (1996) determinaram quantitativamente o efeito de envelhecimento acelerado sobre a estabilidade de cor de cinco materiais para base de próteses (Lucitone Hy-pro, Accelar 20, Lucitone 199, Lucitone CH e Lucitone TruTrone, termopolimerizáveis; Ebony light, e Eboni dark, de termopolimerização rápida; e G-C Microwave, polimerizado por meio de microondas). Foram confeccionados cinco corpos-de-prova de cada material com 22 mm de diâmetro por 3 mm (especificação 12 da ADA), prensados em muflas para microondas com auxílio de gesso pedra. Após a polimerização, realizada em forno de microondas durante 5 min em potência máxima para todos os materiais, os corpos-de-prova foram submetidos a processos de envelhecimento. Este foi realizado por exposição à lâmpada xenon de 2500 W no espectro de luz ultravioleta com 90% de umidade e 110°F. O registro da alteração de cor foi realizado, em triplicata, no centro de cada corpo-de-prova, utilizando o instrumento Chroma Metter II, também utilizado para quantificar os valores tristímulos, antes e após 300 h, 600 h e 900 h de envelhecimento acelerado. Diferenças de cor entre os materiais dentro do mesmo tempo de envelhecimento foram investigadas com o auxílio de ANOVA one-way. Utilizou-se o teste Scheffé para a comparação das médias de cor e entre os diversos períodos de tempo utilizados. Todos os materiais demonstraram alterações de cor estatisticamente significantes em algum dos tempos de exposição ao envelhecimento acelerado. Quando se analisou a diferença de cor para os tempos utilizados, Hy-pro, Lucitone TruTone e Lucitone 199 sofreram as menores alterações de cor. Quando estas ocorreram, os corpos-de-prova tornaram-se mais brilhantes e menos cromáticos.

Polyzois et al.¹⁸ (1997) avaliaram os efeitos de quatro soluções desinfetantes (Klinex, Cidex-7, Hibitante e Cabadol) na cor de resinas para base de próteses. Foram preparados 50 corpos-de-prova com 22 mm de diâmetro por 2,5 mm de espessura para cada um dos três materiais (Paladon 65 termopolimerizável, Triad fotopolimerizável e ProBase Cold autopolimerizável) segundo as recomendações do fabricante. Os corpos-de-prova foram desgastados nos dois lados utilizando lixa de papel siliconizado nº 1000 em máquina de polimento sob

irrigação até chegar a espessura de $2,0 \pm 0,1$ mm. A seguir, foram colocados em dissecador com gel de sílica a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ até atingirem pesos constantes e armazenados em água destilada durante 24 h. Dez corpos-de-prova de cada um dos três materiais foram imersos nas soluções desinfetantes e o dez restantes foram utilizados como grupo controle (imersos somente em água destilada). Os tempos de imersão foram: 10 min (T1), 10 h (T2), e 7 dias (T3). Após a imersão, foram limpos com água destilada utilizando ultrason, e secos com papel absorvente. A mensuração de cor foi feita antes e após os tempos de imersão. Foram mensuradas usando colorímetro com 5 mm de abertura de diâmetro, iluminação D65 e os corpos-de-prova foram observados a 10 graus; Para cada corpo-de-prova foram feitas seis leituras utilizando fundo branco padronizado, a diferença de cor foi calculada utilizando-se: $\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$. Foi encontrado que a resina Paladon não apresentou diferenças estatísticas significantes entre os meios corantes. A resina Triad VLC apresentou comportamento similar, não apresentando diferenças estatísticas significantes, exceto no T3 para a solução de Cabadol (ΔE^* de 3,0). A resina ProBase Cold apresentou alta alteração de cor no T3 com Cabadol (ΔE^* 12,85). Os outros meios de imersão apresentaram valores entre 0 a 2 de ΔE^* . Esta última resina, comparada com a Paladon 65 e Triad VLC, apresentou em geral menores alterações de cor.

Scotti et al.³⁴ (1997) compararam a estabilidade de cor de quatro tipos de resina acrílica indicadas para provisórios em próteses fixa: Trim, Protemp, Mixacryl II e Cold Pac. Foram confeccionados 32 corpos-de-prova de cada resina com 25 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. Os corpos-de-prova foram imersos em: 990 ml de saliva artificial, água destilada e ácido láctico; 660 ml de saliva sintética com 330 ml de chá; 660 ml de saliva sintética com 330 ml de café; ou 660 ml saliva sintética com 330 ml de clorexidina, e armazenados a temperatura de $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ simulando a cavidade oral. Foram realizadas as mensurações de cor antes e após 20 e 30 dias da imersão, utilizando espectrofotômetro (Macbeth Color-Eye 7000) com iluminante D65. Os autores concluíram que os corpos-de-prova que apresentaram menor instabilidade de cor foram os imersos em saliva e saliva com chá e que na resina Mixacryl II a saliva com café provocou maior grau de escurecimento produzindo uma coloração mais avermelhada que os demais materiais. A resina que apresentou melhor estabilidade de cor foi a Cold Pac.

Horn et al.¹⁹ (1998) compararam o método objetivo e subjetivo para a avaliação de tonalidades de dentes, utilizando espectrofotômetro e análise visual. Foram utilizados 20 dentes anteriores superiores extraídos e seis tonalidades da escala de cores VITA. A avaliação da cor foi realizada nos dias 1 e 14, avaliando-se somente nos valores de L*. A avaliação visual foi feita por cinco avaliadores. O espectrofotômetro avaliou a superfície vestibular dos dentes, utilizando luz D-65, que corresponde à luz natural do dia, sendo reposicionado o espectrofotômetro para cada leitura dos dentes, registrando os valores obtidos durante as leituras para depois serem comparados com a avaliação visual. No dia 1 os dentes foram numerados aleatoriamente de 1 a 20 e para cada dente foram realizadas leituras em cinco tempos consecutivos por 30 s. As tonalidades da escala Vita foram ordenadas visualmente da mais clara à mais escura, marcando cada tonalidade com a letra "A" para a mais clara e a letra "F" para a mais escura. No primeiro dia os cinco avaliadores compararam cada dente natural com as seis tonalidades da guia. Sem informar aos avaliadores, os dentes foram renomeados aleatoriamente de 1 a 20, cada número original do dente e o novo foi registrado, só os avaliadores os desconheciam; foi assinada uma nova letra para as tonalidades das guias experimentais, em ordem ascendente da "Z" mais escura até "U" a mais clara, a letra original e a nova foram registradas. Após 40 dias foi realizada outra avaliação com os mesmos parâmetros estabelecidos no primeiro dia. Análise estatística não foi realizada, pela inexistência de método que possa comparar dados registrados pelo espectrofotômetro com dados obtidos pelos examinadores humanos. Foi observado que a coincidência da leitura do espectrofotômetro foi 16 de 20 dentes, correspondendo a 80%, e embora a coincidência do método visual tenha sido de 10 de 20 dentes, (50%). Nos resultados deste estudo é confirmado que o registro humano na avaliação da tonalidade dos dentes é pouco confiável quando comparado com o espectrofotômetro, mais preciso para os estudos *in vitro*.

Millstein et al.²⁰ (1998) analisaram o efeito da cor de materiais para base de próteses sobre a cor dos dentes artificiais. Foram fabricados corpos-de-prova retangulares de 16 mm x 12 mm x 24 mm, usando os materiais e a seqüência utilizada na confecção de dentes para próteses, nas tonalidades 62, 65 e 81. Uma camada de corpo de 1 mm a 8 mm de espessura e uma camada incisal de 0 mm a 6

mm de espessura foram incorporadas em cada corpo-de-prova. Para avaliar o efeito de cor em materiais utilizados na confecção de base de próteses, foram fabricados sete corpos-de-prova, com as mesmas medidas de 16 mm x 12 mm x 24 mm nas cores: rosa liso, rosa claro avermelhado, tom tissular claro, tom tissular médio, étnico suave, étnico escuro e mista; o lado superior e o inferior estavam totalmente planos para assegurar uniformidade no teste empregado. A mensuração da cor para os três corpos-de-prova das tonalidades 62, 65, e 81 foi realizada com fundo preto padronizado utilizando colorímetro D2509, associando esses valores com respostas visuais humanas, utilizando para isso um sensor óptico. Os dados obtidos eram convertidos então a valores CIE $L^*a^*b^*$, e comparados entre eles; o mesmo processo foi realizado com os sete corpos-de-prova do material para base de próteses. Posteriormente realizaram-se medições no colorímetro, colocando cada um dos sete diferentes corpos-de-prova para confecção de base de próteses entre cada um dos três corpos-de-prova utilizados na confecção de dentes de acrílico e o fundo preto, comparando estas novas medições às feitas anteriormente, utilizando somente fundo preto. Os resultados demonstraram diferenças na avaliação da cor em cada um dos três corpos-de-prova utilizados para a confecção de dentes para próteses, quando comparados com as sete diferentes resinas acrílicas utilizadas como fundo.

Okubo et al.²⁹ (1998) investigaram a capacidade de selecionar tonalidades nas guias de cerâmicas nos novos colorímetros computarizados e compararam com o teste visual. O teste visual consistiu em utilizar duas guias de cores da escala (Vita Lumin), para serem comparadas entre elas, por exemplo a tonalidade C3 de uma escala com a mesma tonalidade C3 da outra escala. Foram selecionadas 31 pessoas, entre cirurgiões dentistas, técnicos de laboratório e estudantes de odontologia, depois de serem expostos a testes de deficiência de cor e de coincidir que as mesmas cores das duas guias eram indistinguíveis. A identificação de cada uma das amostras das duas guias foi coberta. Cada amostra foi colocada sobre um fundo plano cor preto e os observadores tiveram tempo ilimitado para a observação das guias, utilizando luz natural do meio dia. O teste foi realizado em duas semanas e dois meses após, metade dos observadores foi testada nas mesmas condições. Na avaliação instrumental foi empregado um Colortron II computarizado e desmontável para ser usado intraoralmente a 45°.

Foram realizadas 25 leituras nas 16 tonalidades das duas guias de cores, selecionando-se o terço médio de cada amostra para ser lido. Os resultados demonstraram que o Colortron mediu 8 de 16 tonalidades corretamente e os examinadores, no método visual, mediram corretamente 7,7 de 16 tonalidades. Não se encontrou diferença estatística entre os dois métodos, o colorímetro demonstrou 100% de repetibilidade e o método visual demonstrou adequada repetibilidade. Os autores concluíram que o método visual foi pouco inconsistente e o método instrumental para a avaliação das tonalidades das guias de cores de porcelana foi superior.

Uchida et al.⁴⁵ (1998) estudaram quantitativamente as mudanças de cor de duas marcas de resinas compostas fotopolimerizáveis (Conquest Direct Fill e Pentra-Fill II), expostos à irradiação de luz UV, e à degradação da cor em função das tonalidades. Foram selecionadas cinco tonalidades de cada uma das resinas: amarelo claro, amarelo escuro, verde claro, verde escuro e universal (para Conquest Direct Fill); e universal, marrom, amarelo claro, amarelo escuro e cinza (para Pentra-Fill II). Foram preparados cinco corpos-de-prova de cada tonalidade com 20 mm de diâmetro e 1 mm de espessura, que foram imersos em água destilada a 37°C por 24 h. A seguir realizou-se mensuração da cor, cujos dados foram armazenados para servir como base da avaliação de possíveis alterações. Os corpos-de-prova foram colocados no colorímetro sobre um prato giratório com fundo preto a temperatura controlada de 37°C a 33 rpm, com abertura diametral de 8 mm na direção da luz UV durante 24 h. Posteriormente foi realizada a segunda mensuração de cor. Cada mensuração de cor foi realizada com três repetições para obtenção da média do parâmetro de cor de cada corpo-de-prova, utilizada na análise estatística. Para obter a diferença entre as coordenadas de cromaticidade e a exposição à luz UV utilizou-se a fórmula para o cálculo de ΔE , dando como resultado que os compósitos expostos a essa irradiação durante 24 h apresentaram significantes alterações de cor.

Anil et al.³⁵ (1999) estudaram *in vitro* a estabilidade de cor de materiais de reembasamento para próteses, utilizando envelhecimento acelerado. Dois materiais autopolimerizáveis (Ufigel P e Simpa) e três termopolimerizáveis (Ufigel L, Molloplast B e Flexor), foram utilizados, confeccionando-se para cada um

deles sete discos com 15 mm de diâmetro por 2 mm de espessura conforme recomendações do fabricante. A mensuração inicial de cor foi obtida em espectrofotômetro de luz ultravioleta-visível (UV), rotando-se 90° cada corpo-de-prova em sentido horário, obtendo-se desta maneira quatro medições em cada um deles e utilizando um fundo branco padronizado do mesmo aparelho como controle. A seguir, os corpos-de-prova foram colocados em câmara de envelhecimento acelerado durante 900 h, expostos à luz UV a temperatura de 110°F, com ciclo programado de 18 min de spray de água a cada 2 h. Foram realizadas medições de cor novamente após o ciclo de envelhecimento acelerado. Os resultados demonstraram maior alteração de cor nos materiais autopolimerizáveis em comparação com os termopolimerizáveis, embora essa alteração não tenha sido estatisticamente significativa.

Hersek et al.²¹ (1999) determinaram a estabilidade de cor de cinco resinas acrílicas de base de prótese em três soluções corantes presentes em alimentos. Foram utilizadas duas resinas de alto impacto (Lucitone e QC 20) e três convencionais termopolimerizáveis (Meliodent, Trevalon e Trevalon HI). Foram confeccionados 15 corpos-de-prova retangulares com dimensões de 20,0 mm x 10,0 mm x 1,5 mm, para cada material estudado. Os corpos-de-prova foram submetidos a ciclo curto de polimerização em água a 72°C durante 1,5 h, seguido por 30 min de ebulição a 100°C. O polimento das faces superiores e inferiores dos corpos-de-prova foi realizado com lixa de granulação 600 até que alcançassem a espessura final. A seguir, foram divididos em grupos de cinco corpos-de-prova para cada solução corante testada: eritrosina a 3%, tartrazina e amarelo *sunset*. A cada três gramas da solução corante foram adicionados 100 ml de água destilada, e as soluções resultantes foram contidas em recipientes fechados protegidos de luz, nos quais foram armazenados os corpos-de-prova a 23°C ± 1°C, evitando seu contato direto. As medições de cor dos corpos-de-prova, realizadas antes e após a imersão nas soluções corantes por períodos de um, três e seis meses, foram feitas em três áreas aleatórias, utilizando espectrofotômetro de luz ultravioleta-visível. Antes de cada medição, totalizando três para cada corpo-de-prova, estes foram lavados com água destilada e o excesso de água foi retirado com papel absorvente. Os dados foram registrados de acordo com o modelo CIE L*a*b* e as diferenças de cor, calculadas pela fórmula $\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$, sendo comparadas as cores dos

corpos-de-prova com um branco padrão (tablete de pó de sulfato de bário prensado). O efeito de material, solução corante e tempo de imersão sobre a alteração de cor foram verificados. As mudanças de cor apresentadas pelas resinas acrílicas no mesmo período de tempo nas três soluções corantes foi comparada pelo teste de Mann-Whitney U, o qual também foi utilizado para a obtenção dos resultados em diferentes períodos de tempo de imersão na mesma solução. Os resultados demonstraram que a resina Lucitone apresentou alterações de cor significativamente maiores que as outras nas soluções de eritrosina e tartrazina. A menor mudança de cor foi promovida pela solução amarelo sunset.

Saito et al.³⁶ (2000) analisaram o efeito do acabamento e polimento sobre a rugosidade e pigmentação superficial em materiais híbridos de ionômeros de vidro e resina composta e verificaram a correlação existente entre os dois métodos de análise da qualidade superficial. Confeccionaram 60 corpos-de-prova de cada material (Chelon Fil, Vitremer e Dyract), utilizando matrizes de teflon. Após 24 h realizaram acabamento e polimento com discos de óxido de alumínio Soflex e brocas de carbeto de tungstênio; para o grupo controle não foi realizado nenhum tratamento superficial. Foi realizada análise perfilométrica para considerar a rugosidade e posteriormente os corpos-de-prova foram imersos em dois meios corantes: fucsina básica a 0,5% e eritrosina a 0,5% durante 24 h. A seguir foram lavados, secos e triturados com pistilo de aço inoxidável. O pó obtido foi colocado em tubos de ensaio contendo 4 ml de álcool absoluto durante 24 h para a extração do corante, as soluções foram centrifugadas por 3 mm e o “sobrenadante” foi utilizado para a leitura no espectrofotômetro. Os resultados amostraram que o acabamento com as brocas de carbeto produziu a maior rugosidade superficial para o material Chelon Fil, seguido do material Vitremer e Dyract, respectivamente. A tira de teflon conferiu a maior lisura superficial para os materiais Dyract e chelon Fil, no entanto, o material Vitremer apresentou uma maior rugosidade. Os discos sof-lex produziram superfícies mais lisas quando o material Dyract foi utilizado, sendo mais rugosas para os materiais Chelon Fil e Vitremer, que não diferiram entre si. Concluindo que para o teste de deposição superficial de corante, não houve diferenças significantes entre os sistemas de acabamento, sugerindo que a suscetibilidade à pigmentação está diretamente relacionada ao material restaurador.

Mutlu-Sagesen et al.²⁵ (2001) avaliaram, por meio de técnica colorimétrica, a estabilidade de cor de diferentes marcas de dentes artificiais utilizados em próteses removíveis: Unilux UL e Vivoperl VP, de porcelana; Optodent OD e Ivolek IL, de acrílico reforçado; e Isodent ID e Ultraplus UP, em acrílico convencional. Foram utilizados quatro dentes anteriores superiores de cada marca comercial para cada uma das soluções de imersão (café filtrado, chá, Coca-cola e água destilada). Cada conjunto de dentes foi posicionado por sua face palatina dentro de molde de cera rosa de 15 mm x 15 mm e foi suspenso por fio dental. A seguir, foram imersos em água destilada a 37°C por 24 h e armazenados em um dos meios corantes. A mensuração de cor foi realizada antes e após um dia, uma, duas e quatro semanas de imersão nos meios corantes. As soluções foram substituídas semanalmente e filtradas a cada dois dias de imersão, para se evitar contaminação e depósitos, respectivamente. Para a avaliação de cor foi utilizado um colorímetro (Gardner Lab. Inc.), com os parâmetros de CIE L*a*b* medindo os terços incisal, médio e cervical dos dentes. Antes das mensurações de cor, o colorímetro foi calibrado de acordo com as recomendações do fabricante, os valores foram armazenados e a diferença de cor foi calculada por $\Delta E^* = [(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]$ utilizando-se o teste estatístico ANOVA de duas vias. A solução que promoveu manchamento significativo foi o café, seguido do chá e de Coca-cola nos dentes de acrílico convencional UP, concluindo-se que os dentes de porcelana e os de acrílico reforçados apresentaram maior estabilidade de cor.

Stober et al.⁴⁶ (2001) estudaram a estabilidade de cor de sete resinas compostas com alto conteúdo de carga inorgânica, indicadas para confecção de facetas (Colombus, Artglass, Sinfony, Targis, Zeta LC, Zeta HC, BelleGlass HP/dentine e BelleGlass HP/enamel). Os materiais foram polimerizados na forma de cilindros (6 mm X 5 mm), de cor Vita - A 3,5, totalizando 21 corpos-de-prova para cada material. A seguir, as superfícies foram processadas com lixa de papel abrasivo montadas em instrumento rotatório. Esse procedimento foi realizado sob irrigação utilizando lixa até a granulação 1000. As amostras foram armazenadas em água deionizada durante 24 h a 37°C. Três amostras de cada material foram tratadas, em sete grupos, contendo diferentes meios corantes (água deionizada, em conjunto ou não com a aplicação de luz UV artificial; enxaguatório bucal à base de fluoreto; chá; café; vinho tinto e solução turmerica (curcuma) a 0,1%, durante quatro

a oito semanas. A verificação de cor foi realizada segundo o sistema CIE L*a*b. Os autores verificaram que as maiores alterações de cor provocadas pela radiação UV ocorreram no valor colorimétrico b*, que corresponde à cor amarela, sendo que as alterações foram encontradas nas resinas Columbus, Artglass, Sinfony, Targis e Zeta LC. Com relação aos corantes, severas alterações de cor foram causadas pelo vinho tinto e a solução de curcuma em todas as resinas estudadas, tanto no tempo de quatro, quanto no tempo de oito semanas de imersão. De acordo com os autores, alterações de cor não aceitáveis clinicamente foram registradas para as resinas Zeta LC, Zeta HC e BelleGlass HP/enamel, após quatro semanas de imersão em chá ou café e, após oito semanas, para todas as resinas estudadas. Os autores concluíram que as resinas compostas estudadas apresentaram deficiente estabilidade de cor.

Sproull⁸ (2001) revelou que os principais requisitos para a confecção da escala de cores são a combinação lógica e adequada distribuição no espaço de cor. De acordo com o autor, a escala de cor, baseada no sistema Munsell, cumpriu com estas exigências através da determinação do matiz, valor e croma. Entretanto, as guias de cores disponíveis comercialmente não apresentaram volume de cores requerido pelo sistema ou a ordem das guias e ou relação entre as amostras foram usualmente falhas. Portanto, concluiu o autor que se tornam necessários avanços na confecção das guias de cores para a obtenção de níveis aceitáveis na mensuração da cor.

Tung et al.⁴⁷ (2002) investigaram a confiabilidade e compararam a tonalidade registrada pelo colorímetro (Shade Eye—Ex Dental Chroma Meter) com a tonalidade selecionada por clínicos experientes. Na primeira prova da parte I do estudo, foram testados onze indivíduos, e nas aferições de cor dos seus dentes participaram dois examinadores (A – B) calibrados, tendo como padrão 0,5 a 1,0 mm da gengiva marginal livre no terço médio gengival; quando o examinador A estava satisfeito da posição da ponta do colorímetro no dente ele informava a um terceiro examinador C o qual registrava de três a cinco medições; duas leituras da mesma área foram obtidas da mesma maneira (seqüência 1 e 2) com lapsos de não mais de um minuto entre elas. O examinador B realizou a mesma tarefa. Na segunda prova da parte I, foram realizadas medições igualmente dos mesmos onze sujeitos três semanas depois. O coeficiente de confiabilidade Cronbach α foi estabelecido com

três semanas de separação entre as medições realizadas na primeira e segunda prova da parte I do estudo, entre os examinadores e entre as seqüências 1 e 2. A amplitude dos valores α foi determinada de 0 a 1. Quando o valor α indicava nove, a confiabilidade da medição era muito alta e um valor α de zero indicava não correlação. A parte II do estudo se realizou com os mesmos onze sujeitos e o examinador C, incluindo dois diferentes examinadores (D - E), O examinador que participava como cego nas outras medições selecionava uma tonalidade da escala VITA junto ao incisivo central superior direito de cada sujeito, a qual era registrada pelo examinador C; os dados foram registrados, para depois serem utilizados na equação $\Delta E^*ab = [(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$. A coincidência foi considerada presente quando 10 seleções da tonalidade eram as mesmas. Quando coincidia a tonalidade entre o examinador A e B e entre os examinadores D e E, mas não coincidia entre eles, a segunda tonalidade nominal era convertida em valores individuais CIE $L^*a^*b^*$. O valores α totais de 99 para a tonalidade, 96 para o valor e 94 para matiz sugeriram que o colorímetro foi fiável no estudo, mas não houve precisão do sistema em geral atribuído a diversos fatores, entre esses que a cor do dente não era a mesma na sua totalidade, por presença de placa bacteriana, saliva e superfície dental. Na parte II do estudo, o colorímetro concordou em 82% das vezes, e os clínicos concordaram com a tonalidade selecionada em 73%. As seleções feitas pelo colorímetro e pelos clínicos combinaram em 55% a 64%.

Paul et al.¹⁵ (2002) estudaram a concordância entre as técnicas espectrofotométrica e visual na determinação de cor de dentes naturais (incisivos centrais de 30 adultos com 17 a 44 anos de idade). Utilizaram um espectrofotômetro de refletância (# LUA005, MHT. Zürich, Switzerland, software 2.15), usando iluminante D65. A luz foi dividida para que o dente fosse iluminado simultaneamente em duas direções a 45° de angulação utilizando câmera intra-oral. A luz refletida foi direcionada a 0° para duas áreas detectoras: uma geradora de vídeo colorido e outra de vídeo em branco e preto. Além disso, foi captada imagem de área sem iluminação adicional à luz ambiente. Utilizaram-se filtros polarizados para eliminar o brilho da superfície. Previamente a cada ciclo de mensuração, o espectrofotômetro foi calibrado com cerâmica branca fornecida pelo fabricante. Obtiveram mensurações com o espectrofotômetro de cada guia da escala VITA, colocando cada uma no interior de uma caixa preta ao lado de um dente com silicone cor de

rosa imitando a gengiva. Os dados obtidos foram registrados segundo os parâmetros CIE $L^*a^*b^*$. A cor dos dentes foi expressa de acordo com a escala clássica de cor VITA. Na análise visual três cirurgiões dentistas com história negativa de deficiência visual, selecionaram independentemente a melhor coincidência do terço médio de um dos pacientes no incisivo central utilizando a mesma guia da escala VITA que foi utilizada no espectrofotômetro. Foi obtido também registro fotográfico convencional (Minolta 500Si, Macro Lens AF 100 mm. Flash 1200 AF, F 22, Lightness + 0.5) padronizado do incisivo de cada paciente junto à cor da guia mais semelhante para os três cirurgiões dentistas. Na avaliação espectrofotométrica foi utilizada uma câmera intra-oral com adaptador esterilizável no espectrofotômetro, que foi posicionada sobre cada um dos 30 dentes. Após ficar a imagem estabelecida no mesmo terço médio utilizado na avaliação visual foram registrados os dados obtidos no computador, o qual também foi utilizado para comparar os espectros de reflectância com os espectros da cor já registrados ao início do estudo. O ΔE , foi calculado pela equação $\Delta E = [(L^*_{\text{object}} - L^*_{\text{library}})^2 + (a^*_{\text{object}} - a^*_{\text{library}})^2 + (b^*_{\text{object}} - b^*_{\text{library}})^2]^{1/2}$. Na comparação final entre análises visual e espectrofotométrica, os dados foram obtidos pelo princípio de maioria: onde os três examinadores coincidiam ficava a tonalidade final, quando um dos examinadores registrava diferente tonalidade e os outros dois coincidiam a última tonalidade era a tonalidade final; e quando os três examinadores não coincidiam, a tonalidade registrada pelo espectrofotômetro ficava como a tonalidade final. Para os dados do espectrofotômetro, foram utilizados obtidos nas leituras feitas anteriormente utilizando a equação (ΔE). Os resultados finais demonstraram coincidência das três tonalidades selecionadas visualmente em 26,6% e em 83,3% para as selecionadas pelo espectrofotômetro, demonstrando assim maior precisão que o registro visual humano na seleção das tonalidades.

Lai et al.³⁷ (2003) compararam a estabilidade de cor, resistência ao manchamento e absorção de água de quatro materiais utilizados como gengiva artificial em próteses dentais. Foram confeccionados 45 corpos-de-prova cilíndricos com 15 mm de diâmetro e 10 mm de espessura para cada material: silicone (Gingivamoll), copoliâmida (Flexite Supreme) e resinas acrílicas termopolimerizáveis (QC-20 e Vertex). O polimento dos corpos-de-prova foi realizado com lixas de granulação 600 a 1200, obtendo-se espessura final de $10 \pm 0,5$ mm, e dez corpos-de-prova de cada material foram submetidos a quatro diferentes condições (imersão

em café, chá e água ou exposição ao ar). As soluções utilizadas foram preparadas de maneira padronizada, utilizando-se água destilada. O café foi preparado utilizando-se 15 g de café com 500 ml de água destilada; a solução de chá foi preparada utilizando-se 5 sachés imersos em 500 ml de água destilada durante 10 min. A cada 500 ml do chá, café, e água destilada foram adicionados 0,3 g do ácido de sódio para impedir o crescimento fúngico. Um corpo-de-prova de cada material foi imerso em 100 ml de cada uma das soluções. A cor foi avaliada após 7, 14, 30, 60, 120 e 180 dias, utilizando-se espectrofotômetro com iluminação padrão D65. Os cinco corpos-de-prova restantes de cada material foram utilizados para o teste de absorção de água. O diâmetro e a espessura de cada corpo-de-prova foram medidos e o volume foi calculado. Os discos foram condicionados até atingir peso constante em dissecador e, a seguir, os corpos-de-prova foram imersos em água destilada a $37 \pm 1^\circ\text{C}$, em ausência de luz. A água foi substituída diariamente durante sete dias. As medições de peso foram feitas após 1, 3, 7, 14, 28, e 56 dias por um só operador. As diferenças de cor foram registradas antes e após os períodos de imersão. Os materiais testados demonstraram estabilidade de cor em água e ar. As alterações de cor dos materiais de silicone e copolamida armazenados em café por 180 dias foram clinicamente significativas.

Keyf e Etikan⁵⁴ (2004) pesquisaram a alteração do brilho superficial de materiais utilizados para bases de prótese, após a imersão em diferentes tipos de bebidas. Foram confeccionados 36 corpos-de-prova com dimensões de 30 mm de comprimento por 30 mm de largura e 2 mm de espessura, com as resinas Meliodent - termopolimerizável para base de prótese - e Meliodent - autopolimerizável para reparo. Somente um dos lados recebeu polimento, realizado com roda abrasiva e lixa, seguido de pedra pomes em roda de pano molhada, e, então, mistura de gesso e álcool foi aplicada e os corpos-de-prova foram, finalmente, lavados. O brilho inicial dos corpos-de-prova foi aferido com o auxílio de equipamento específico para essa finalidade (Sheen Instruments Ltda, England), que emitiu iluminação na sua região central, com duas angulações (20° e 60°). Os corpos-de-prova foram imersos em cinco soluções durante 30 min diários: chá, café, Coca-cola, suco de cereja e água, esta última pertencente ao grupo controle. Entre os períodos de imersão, os corpos-de-prova foram mantidos em água a 37°C . Para cada solução de imersão, foram confeccionados 14 corpos-de-prova, sendo 7 de cada tipo de resina acrílica testada,

com exceção do suco de cereja, para o qual foram confeccionadas 16 amostras (8 de cada resina). Leituras de brilho superficial foram também realizadas ao término de 45 e 135 dias de imersão. De acordo com os resultados obtidos, o brilho superficial de todos os corpos-de-prova alterou significativamente após 135 dias de imersão e o tipo de polimento influenciou significativamente nessa alteração. Os corpos-de-prova que foram imersos em água demonstraram alterações estatisticamente significativas ao longo do tempo, porém estas alterações foram inferiores às das outras soluções. Para todas as condições experimentais, o chá e a Coca-cola® foram as bebidas que provocaram maiores alterações de brilho.

Patel et al.³⁸ (2004) analisaram a estabilidade de cor a corantes da resina composta Filtek Z-250 e de uma resina livre de partículas (oferecida pela 3M ESPE, St. Paul, Minnessota), submetidas a três tipos de tratamento superficial. Foram confeccionados 54 corpos-de-prova de cada material para o que utilizou-se matriz vazada de polietileno contendo orifício de 16,7 mm de diâmetro e 2,4 mm de altura. Foram, então, divididos em três grupos de acordo com o tipo de tratamento: o primeiro utilizou lixas de granulação 400, 600, 1200 e 2000, seguida de polimento com óxido de alumínio (1 µm); o segundo utilizou placa diamantada de 15 µm seguido de lixa de granulação 400 e finalizando com placa diamantada de 30 µm e 15 µm; o terceiro grupo não recebeu polimento e os materiais foram polimerizados em contato com tiras de poliéster localizadas inferior e superiormente ao corpo-de-prova. A primeira mensuração de cor foi realizada utilizando colorímetro com 8 mm de abertura, fundo cinza padronizado, nas coordenadas de $L^*a^*b^*$, e iluminação D65 que simula a luz dia. A seguir, todos os corpos-de-prova foram imersos em água destilada por dois dias a 37°C e, então foi realizada a segunda mensuração de cor. Os corpos-de-prova foram imersos em 20 ml de soluções de café, vinho ou Coca-cola, a 37°C por sete dias. Os resultados demonstraram que a maioria das alterações de cor ocorreram entre o segundo dia de imersão em água e o sétimo em solução corante; que a resina particulada apresentou maior alteração de cor; que o polimento com tiras de poliéster apresentou maior alteração de cor quando comparado com o polimento com placa diamantada; e que a imersão em vinho apresentou maior alteração de cor. Concluiu-se que os tratamentos de polimento e imersão em soluções afetam o manchamento das superfícies dos materiais dentais à base de resina.

Joiner¹⁰ (2004) descreveu, em revisão de literatura sobre coloração dental, espaço de cor CIE L*a*b*, propriedades ópticas dos dentes, métodos de mensuração de cor, distribuição da cor dos dentes e percepção e aparência da cor do elemento dental. A mensuração de coloração dental pode, de acordo com os autores, ser possível por meio de análise visual com auxílio de guias de cor, espectrofotometria, colorimetria e análise computacional de imagens digitais. Foi descrito que cada método de mensuração de cor tem vantagens, desvantagens e limitações. Todavia estes métodos têm sido utilizados com sucesso para mensurar mudanças de cores provocadas pelo clareamento dental. O autor explicou que os espectrofotômetros são instrumentos que medem um comprimento de onda por vez pela reflectância ou pela transmitância de um objeto e têm sido utilizados para medir o espectro visível dos dentes. Sua pouca disponibilidade se deve à complexibilidade e alto custo para utilização in vivo nos consultórios odontológicos. Em relação à percepção e à aparência da cor dental, o autor comentou que a aparência dos dentes é relatada pela preferência individual de cada paciente. O autor relatou o surgimento do sistema CIE L*a*b*, e o fato de permitir que as diferenças de cor sejam expressas em unidades que podem ser relacionadas com percepção visual e significância clínica. Apesar disso, afirmou que a percepção da aparência dentro do ambiente intra-oral é muito complexa para ser definida pelos três parâmetros de cor (matiz, croma e valor), sendo questionável a utilização de técnicas de mensuração instrumental como ferramentas clínicas.

Sham et al.²² (2004) determinaram a estabilidade de cor de cinco resinas utilizadas na confecção de próteses provisórias após a imersão em água destilada e café por 20 dias ou exposição à luz ultravioleta durante 24 h. Foram utilizadas três resinas acrílicas à base de metil-etil metacrilato (Trim II, Duraly e Alike) e duas resinas à base de bisacril metacrilato (Luxatemp e Integrity). Para cada material, 21 corpos-de-prova em forma de discos (20 mm X 1 mm) na cor A2, foram confeccionados de acordo com as indicações do fabricante. Após a polimerização (à temperatura de 37°C por 15 min) os corpos-de-prova foram lavados e secos com papel absorvente. A seguir, foram distribuídos aleatoriamente em três grupos: imersão em água destilada (a 60°C por 20 dias); imersão em solução aquosa de

café por 20 dias (3,6 g de café, 300 ml de água, solução essa trocada a cada dois dias e mantida à temperatura de 37°C) ou exposição a luz ultravioleta (10 W a 20°C por 24 h, em ambiente escuro). Os valores de cor foram mensurados utilizando colorímetro (CS-100, Minolta, Tóquio, Japão) com 9° de área observada e 1° de ângulo de medida. Os dados colorimétricos foram armazenados por processador (modelo DP-100; Minolta, Tóquio, Japão) conectado ao colorímetro e cada leitura representou os valores da média de três repetições. A diferença de cor foi calculada pela média ΔL^* , Δa^* e Δb^* de valores obtidos de cada corpo-de-prova com a fórmula: $\Delta E = [(L_1 - L_0)^2 + (a_1 - a_0)^2 + (b_1 - b_0)^2]^{1/2}$, onde $(L_1 - L_0)$, $(a_1 - a_0)$ e $(b_1 - b_0)$ representam as diferenças entre L^* , a^* e b^* entre os valores obtidos imediatamente após a confecção dos corpos-de-prova e após os diferentes tratamentos (imersão ou fotoexposição). Os resultados demonstraram que após o armazenamento em água destilada a diferença de cor para as resinas à base de bisacril-metacrilato não foi significativa, ao contrário das resinas à base de polimetil-metacrilato. Estas últimas apresentaram maior alteração de cor que as polimetil-metacrilato tanto após a imersão em café, quanto após a irradiação da luz UV. Os autores concluíram que as resinas estudadas apresentaram diferentes graus de variação de cor, sendo mais estáveis em água as resinas à base de polimetil-metacrilato. No entanto, quando imersas em café ou expostas à luz ultra-violeta as resinas à base de bisacril-metacrilato apresentaram alta estabilidade de cor.

Samra⁵⁵ (2004) pesquisaram a estabilidade de cor de cinco materiais restauradores imersos em solução de café e a eficácia da profilaxia na redução da pigmentação. Foram confeccionados 71 corpos-de-prova, divididos em cinco grupos (G1- resina composta Tetric Ceram – Ivoclar/Vivadent , G2, G3 e G4 Targis – Ivoclar/Vivadent; Resilab Máster – Wilcos; belleGlass HP – Kerr como resinas laboratoriais de segunda geração, respectivamente e G5- porcelana IPS Empress® 2 – Ivoclar/Vivadent), com 17 mm de diâmetro por 1 mm de espessura. Os corpos-de-prova foram imersos em solução de café por 15 dias, com temperatura controlada de 37°C ± 1°C ao abrigo da luz. Na seqüência, foram submetidos a profilaxia com bicarbonato de sódio. As avaliações de cor foram realizadas depois da profilaxia após 1, 7 e 15 dias, utilizando espectrofotometria de reflectância. A variável ΔE foi avaliada utilizando-se teste ANOVA de dois critérios (período experimental e tempo). Ao se proceder os testes *pot-hoc* constatou-se diferenças

significativas entre os grupos G1,G3 e os demais, entre G2, G4 e os demais e entre G5 e todos os restantes. O autor concluiu que G1 e G3 apresentaram as maiores alterações de cor, G2 e G4 apresentaram valores intermediários e G5 apresentou a menor alteração, sendo mais intensa nos períodos de 1 a 7 dias para todos os materiais. A profilaxia foi eficiente para reduzir a alteração de cor.

Vichi et al.³⁹ (2004) avaliaram a alteração de cor e a opacidade de tonalidades iguais em resinas compostas de diferentes gerações, utilizando os testes propostos por Asmussen. Foram utilizadas três marcas comerciais de resina composta: TPH Tetric Ceram e Z100 e selecionadas seis tonalidades da escala Vita (A2, A3, A3,5, A4, B2 e B3) para serem avaliadas. Para cada tonalidade de cada marca foram confeccionados cinco corpos-de-prova, em molde cilíndrico de 1 mm de espessura por 15 mm de diâmetro. Os corpos-e-prova foram polidos e armazenados em ausência de luz por 24 h. Para a realização das medições foi utilizado um espectrofotômetro (PSD1000) com 10 mm de abertura, com iluminação D65 a um ângulo de 10° de observação. Fundos brancos e pretos padronizados foram utilizados. A seguir, os corpos-de-prova foram imersos em água durante 30 dias a 60°C sendo novamente mensurados quanto a sua opacidade e sua cor. Para se obter a diferença dos valores obtidos nos corpos-de-prova antes e após serem imersos foi utilizada a fórmula $\Delta E^* = [(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$. Os autores concluíram que a matriz resinosa não esteve diretamente relacionada e o envelhecimento em água afetou tanto a cor como a opacidade dos materiais testados.

Bagheri et al.⁵⁶ (2005) determinaram os efeitos de corantes e soluções simuladoras de alimentos na susceptibilidade de determinados materiais restauradores odontológicos ao manchamento. Além disso, estudaram a influência do polimento nessa propriedade. Foram selecionados seis materiais de cor A2, (Fuji II LC, Fuji IX GP, Photac Fil, F2000, Charisma e Durafill) cinco soluções corantes, (vinho tinto, café, chá, molho de soja e Coca-cola) e três soluções simuladoras de alimentos (água destilada, etanol 10%, e crodamol). Foram confeccionados 576 corpos-de-prova com 1 mm de espessura por 12 mm de diâmetro interno e 16 mm de diâmetro externo, os quais foram polidos com lixa nº 1000. Metade dos corpos-de-prova recebeu acabamento com tiras de mylar e outra metade, com lixas de granulometria 600, 1000, 1500 e 2000. Todos os corpos-de-prova foram imersos em

água destilada a 37°C durante uma semana e, a seguir, os dois grupos foram subdivididos em quatro grupos: imersão em 10% de etanol, seguida de exposição às soluções corantes durante uma semana; imersão em Cromadol, seguida de exposição às soluções corantes durante uma semana; imersão em água destilada, seguida de exposição às soluções corantes durante uma semana; grupo controle, com exposição à água destilada durante duas semanas. Todas as imersões foram realizadas com as soluções a 37°C. Os resultados demonstraram alterações de cor nos corpos-de-prova imersos em café, vinho tinto e chá, sendo que o Fuji IX apresentou maior resistência ao manchamento e o Fuji 2000 apresentou menor resistência, devido, possivelmente, a suas características químicas na sua composição e ao grau de absorção de água.

Guler et al.⁴⁸ (2005) estudaram a estabilidade de cor de cinco materiais restauradores (uma resina composta fotopolimerizável, uma resina composta autopolimerizável para provisórios, duas resinas compostas microhíbridas e uma resina composta com micropartículas) em diferentes meios corantes. Foram preparados 45 corpos-de-prova de cada material utilizando matriz metálica, com diâmetro de 15 mm por 2 mm de espessura. Os materiais foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes. Os corpos-de-prova fotopolimerizáveis foram polimerizados à distância de 1 mm durante 20 s. A seguir foram polidos com lixas de papel de granulação 1000 durante 10 s, a 300 rpm. Ao término do polimento, todos os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada durante 24 h e divididos em dez grupos, segundo a solução de imersão: água destilada (controle), café com e sem açúcar, chá, com e sem açúcar, vinho tinto, café com creme artificial e açúcar, Coca-cola e suco de cereja ácido. O café foi preparado utilizando-se 3,6 g de café, dissolvidos em 300 ml de água destilada em ebulição e filtro de papel; o café com açúcar foi preparado de igual maneira, porém adicionando-se 10 g de açúcar; o café com creme e açúcar foi preparado misturando-se 20 g de café com creme artificial e açúcar em 300 ml de água; o chá foi preparado com 300 ml água destilada em ebulição e dois sachês de chá; o chá com açúcar foi preparado de igual maneira, adicionando-se 10 g de açúcar. A cor base dos corpos-de-prova foi mensurada antes da exposição, utilizando um Colorímetro (Minolta CR-300), o qual foi previamente calibrado de acordo com as

recomendações do fabricante, utilizando-se escala CIE L*a*b* em iluminação padrão A. Foram realizadas três repetições para cada corpo-de-prova e a média de L*a*b* foi calculada. Cada grupo foi armazenado por 24 h a 37°C, sendo que os corpos-de-prova armazenados em café durante esse período simularam o consumo da bebida durante um mês. Posteriormente foram retirados e lavados com água destilada por 5 min e secos com papel absorvente, e a seguir foram realizadas as mensurações de cor de todos os corpos-de-prova. Foi observado que no grupo das resinas fotopolimerizáveis, incluindo as resinas utilizadas na realização de provisórios, o meio que mais promoveu diferença da cor foi o vinho tinto ($\Delta E = 11,1$), os demais meios corantes que apresentaram diferenças estatísticas significativas foram: chá, chá com açúcar, café, e café com açúcar; para a resina autopolimerizável o meio que promoveu alteração significativa da cor foi o vinho tinto ($\Delta E = 8,5$); nas resinas microhíbridas foi também observada alteração da cor com o vinho tinto (Herculite XRV teve $\Delta E = 8,1$ e Filtek Z250 teve $\Delta E = 8,9$) e a resina reforçada com micropartículas apresentou alteração de cor com o vinho tinto ($\Delta E = 6,4$). Os autores concluíram que o vinho tinto foi a solução que promoveu maior alteração de cor nos materiais, destacando também as alterações das soluções que empregaram açúcar na sua preparação, sendo os materiais mais afetados os fotopolimerizáveis.

Ikeda et al.⁴⁹ (2005) investigaram parâmetro de translucidez (TP) e cor de resinas compostas. Foram utilizadas as cores A2 e OA2 de Charisma, A2 e AO2 de Solare, e A2B e A2D de Filtek Supreme, cuja nomenclatura corresponde às cores A2 não-opaca e A2 opaca, respectivamente. Foram confeccionados dez corpos-de-prova utilizando matrizes de acrílico com orifícios de 2 mm de espessura e 8 mm de diâmetro. Depois de polimerizados, os corpos-de-prova foram individualmente submetidos à primeira medição de TP e cor utilizando-se o colorímetro OFC-300A (Nippon Denshoku, Tokyo, Japan) e variando-se a cor de fundo (fundo preto, fundo de mesma cor e material do corpo-de-prova a ser aferido e fundo branco). Os resultados obtidos pelo colorímetro foram expressos de acordo com os parâmetros CIE L*a*b* para a avaliação das mensurações obtidas. O primeiro resultado obtido com fundo preto foi: $L^* = 25,2$; $a^* = 0,2$ e $b^* = 0,5$ e o resultado obtido com fundo branco foi: $L^* = 93,0$; $a^* = 0,1$ e $b^* = 2,6$. Para calcular a translucidez dos materiais foi utilizada a fórmula $TP_{(D=2\text{ mm})} = [(L^*_W - L^*_B)^2 + (a^*_W - a^*_B)^2 + (b^*_W - b^*_B)^2]^{1/2}$, onde a letra W refere-se ao fundo branco, e a letra B refere-se

a o fundo preto. Para detectar as mudanças de TP foi utilizado teste Anova de dois critérios e teste de Tukey. A diferença de cor segundo CIE $L^*a^*b^*$ entre as tonalidades de opaco A2 e OA2, tendo como fundo as mesmas tonalidades foi calculada pela fórmula $\Delta E^* = [(L^*_{A2} - L^*_{OA2})^2 + (a^*_{A2} - a^*_{OA2})^2 + (b^*_{A2} - b^*_{OA2})^2]^{1/2}$. A diferença de cor das resinas utilizadas da mesma tonalidade foi realizada com a equação $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta a^*)^2]^{1/2}$, calculando também $L^*a^*b^*$, e utilizando para isso a mesma cor da resina utilizada como material de fundo, onde ΔL^* , Δb^* , Δa^* é a diferença matemática entre $L^*a^*b^*$ das diferentes resinas em cada tonalidade. As diferenças colorimétricas superiores a 3,3 foram consideradas perceptíveis. Os valores de TP das resinas opacas foram estatisticamente inferiores aos valores apresentados nas tonalidades não-opacas para todas as resinas do estudo, e a resina Charisma demonstrou as maiores diferenças; os valores de $L^*a^*b^*$ foram mais altos quando se utilizou o fundo branco do que quando utilizado o fundo preto, independentemente da tonalidade dos materiais utilizados. Todas as resinas demonstraram diferenças na cor clinicamente perceptíveis ($\Delta E > 3,3$) entre as tonalidades opacas e não-opacas, o que demonstra o seu benefício na utilização clínica de resinas opacas sob resinas translúcidas.

Esteves et al.²⁶ (2006) analisaram as alterações de cor de dentes artificiais após contato com alimentos corantes como açaí, café, vinho tinto e água destilada, como grupo controle. Foram utilizados 40 dentes incisivos centrais superiores (Vipident/Vipi) da cor 62, separados em quatro grupos de 10 corpos-de-prova para cada meio corante. Os corpos-de-prova foram imersos nas soluções por 20 dias consecutivos durante 4 h diariamente e nas 20 h restantes do dia ficavam imersos em água destilada a 37°C. As leituras de cor foram realizadas após 5, 10, 15 e 20 dias de imersão utilizando método visual, realizado por três examinadores. Os autores concluíram que houve maior alteração quando imersos em vinho e que a alteração se fez mais progressiva ao longo do tempo.

O objetivo do estudo de Ferracane⁵⁷ (2006) foi descrever os fatores associados com os efeitos higroscópicos e hidrolíticos nas estruturas dos polímeros odontológicos, e revisar a literatura pertinente ao longo dos últimos 30 anos. Foram coletadas informações de 90 artigos ou resumos, os quais proveram evidências

sobre a entrada de solventes na cadeia polimérica e seus subseqüentes efeitos químicos e físicos, ou sobre a perda de moléculas para os solventes. Os autores concluíram que os polímeros odontológicos são sujeitos aos efeitos higroscópicos e hidrolíticos em diferentes graus, dependentes de sua composição química e estrutura. A importância desses efeitos no desempenho clínico dos polímeros restauradores é desconhecida, embora vários pesquisadores tenham feito alusão ao potencial para redução de sua vida útil. Uma vez que as propriedades físicas e mecânicas destes materiais podem ser significativamente alteradas pela ação da entrada de solventes e da perda de componentes, o que se pode considerar como consenso é a liberação em curto tempo de componentes não reagidos, e em longo prazo de produtos de degradação para a cavidade oral, ambos os quais poderiam ser fortemente considerados durante o desenvolvimento de materiais restauradores.

Kolbeck et al.⁴⁰ (2006) investigaram a estabilidade de cor intrínseca de materiais restauradores, sua alteração de cor extrínseca por corantes alimentícios e o efeito do envelhecimento acelerado sobre essas propriedades. Foram confeccionados 16 corpos-de-prova para cada um dos oito materiais a serem utilizados (ConquestSculpture, Thermoresin, Vita Zeta LC, Compo Plus, Belle Glass HP, Definite, Ariston pHc e Spectrum TPH), com 5 mm de espessura e 6 mm de diâmetro. Suas superfícies foram polidas com papel abrasivo até se obter superfícies idênticas. Depois de 24 h de armazenamento em água destilada, a cor base de cada corpo-de-prova foi obtida por um espectrofotômetro (Minolta CM 3500d), sendo as mensurações de cor repetidas duas vezes para a obtenção de médias. Metade dos corpos-de-prova foi envelhecida artificialmente por irradiação ultravioleta simulando luz do dia (Xenotest CPSC): o ciclo foi de 20 min (17 min de período seco seguido de 3 min de lavagem com água deionizada a 37°C). A cor mensurada foi interpretada depois de 24 h e 72 h de armazenamento. A outra metade dos corpos-de-prova foi armazenada em água destilada em ausência de luz a 37°C, mensurando-se a cor após 10 dias (grupo controle). Após isso todos os corpos-de-prova foram armazenados em vinho tinto por 10 dias quando a mensuração de cor final foi realizada. As alterações de cor foram calculadas pela fórmula $\Delta E^* = [(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2]^{1/2}$. De acordo com os resultados, o material que demonstrou menores valores de ΔE após armazenamento em vinho e 72 h de exposição a luz UV foi Belle Glass e o valor mais alto foi apresentado por

Thermoresin, existindo diferenças estatisticamente significantes quando comparados com todos os outros materiais. Em geral, a melhor estabilidade de cor foi apresentada por Belle Glass, Definite e Spectrum TPH.

Omata et al.⁵⁰ (2006) compararam o efeito corante de três bebidas, café, chá, e vinho tinto, em um compósito exposto à saliva artificial e investigaram a influência da escovação e da clorexidina sobre o manchamento causado por estas soluções. Foram confeccionados 15 corpos-de-prova com 10 mm de diâmetro e 5 mm de espessura fotopolimerizando a superfície livre durante 40 s em contato com matriz de poliéster. O polimento foi realizado com lixas de granulometria 800, 1000, 1200, e 2000, sucessivamente. Todos os corpos-de-prova foram imersos em saliva artificial durante 17 h, lavados e imersos nas três soluções corantes durante 7 h. Os corpos-de-prova utilizados como controle foram imersos em água e saliva artificial somente; o mesmo protocolo de imersão foi repetido por uma, duas e quatro semanas. Realizou-se escovação dos corpos-de-prova após cada 24 h do ciclo de imersão, empregando-se um tempo de 10 s, seguido de lavagem com água, imersão em clorexidina durante 10 min e nova lavagem com água. Após este processo, foram fotografados digitalmente e analisados em escala de cinza, por meio de análise digital segundo os valores $L^*a^*b^*$. Nos resultados observaram maior manchamento relacionado ao vinho tinto, seguido do chá e do café; a escovação reduziu o manchamento causado pelo vinho e a clorexidina aumentou o manchamento do chá e do café.

Souza⁵⁸ (2006) determinaram por meio da técnica de envelhecimento, a estabilidade de cor intrínseca e a microdureza Vickers da resina composta Charisma nas cores A2 e SL em relação à fonte de luz utilizada. Foram confeccionados 60 corpos-de-prova com 17 mm de diâmetro e 1 mm de espessura com auxílio de matrizes metálicas, divididas em 4 grupos: G1 cor A2/luz halógena, G2 cor SL/ luz halógena, G3 cor A2/ aparelho à base de LEDs e G4 cor SL/aparelho à base de LEDs. Os corpos-de-prova foram imersos em água deionizada a 60°C por 30 dias ao abrigo da luz. Realizaram-se duas leituras da cor, uma após 24 h da confecção dos corpos-de-prova e uma após 30 dias. Foi utilizada espectrofotometria de reflectância (Espectrofotômetro Cary-Varian 100) com espectro entre 360 nm e 720 nm e espaço de cor CIE $L^*a^*b^*$ para análise da alteração da cor. Posteriormente

os corpos-de-prova foram submetidos a testes de microdureza. Na alteração da cor, os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos estudados. Para o teste de microdureza houve diferença significativa para o G2 apresentando os maiores valores. Os autores concluíram que o aparelho à base de LEDs foi eficiente em proporcionar estabilidade de cor intrínseca da resina composta testada, que a cor SL apresentou melhor estabilidade da cor e microdureza quando comparada a cor A2, e que mesmo a maior alteração da cor encontrada neste estudo está dentro dos valores clinicamente aceitáveis.

Türker et al.⁴¹ (2006) avaliaram o efeito de cinco diferentes tipos de soluções corantes (café, chá, Coca-cola, suco de laranja e vinho tinto, tendo água destilada como controle) sobre a estabilidade de cor de duas resinas acrílicas para base de próteses (Structure 2 Dominant e OC Unifast LC) e três materiais restauradores provisórios a base de resina composta (Systemp c&b, Dentalon Plus Temdent). Os corpos-de-prova foram preparados em cilindros de 10 mm de diâmetro com 2 mm de espessura, segundo as recomendações do fabricante. Posteriormente os corpos-de-prova foram polidos com discos de papel de granulação 600. As soluções foram preparadas com as seguintes proporções: 15 g de café em 500 ml de água destilada em ebulição; e cinco sachês de chá preparados com 500 ml de água destilada em ebulição. Os corpos-de-prova foram colocados em um dissecador a 37°C e posteriormente foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 h. Oito corpos-de-prova foram selecionados aleatoriamente e imersos nas seis soluções por um período de 3 h por dia, total de 30 dias. Para a avaliação de cor foi utilizado espectrofotômetro (Minolta Spectrophotometer CM-3600) e os dados base foram obtidos após os corpos-de-prova serem saturados (T1); o T2 foi obtido após a hidratação dos corpos-de-prova; as leituras dos tempos T3, T4 e T5 foram obtidas após 1, 7 e 30 dias de imersão nos meios corantes. Foram realizadas três leituras para cada corpo-de-prova e calculada a média das leituras. Observou-se que a solução que causou maior alteração de cor foi o vinho tinto, seguido do chá e do café. Os materiais apresentaram o mesmo grau de alteração de cor, com exceção da Systemp c&b que apresentou menor estabilidade de cor desde o primeiro dia. Os autores concluíram que os materiais provisórios imersos em soluções corantes sofreram alterações de cor.

Rosa e Della Bona⁵¹ (2007) relataram a importância da cor na odontologia estética, na realização de restaurações diretas e indiretas, exigindo dos cirurgiões dentistas o conhecimento na seleção da cor e nas técnicas utilizadas para este fim; a técnica mais utilizada pelos cirurgiões dentistas é a técnica visual precisando da utilização de escala de cores para a realização da seleção da cor. No mercado existem diversas guias de cores agrupadas de diferentes formas, segundo matiz, valor, entre outras. Existem muitos problemas observados com a utilização da técnica visual já que pode estar influenciada por diversos fatores como variáveis fisiológicas (idade e incapacidade visual) cansaço, influência ambiental, iluminação, roupas e outras. A evolução da ciência na odontologia tem permitido a criação de novas técnicas para solucionar esses problemas como a utilização de espectrofotômetros e colorímetros. O espectrofotômetro apresenta vantagens como a avaliação de cada um dos terços dos dentes separadamente e avaliar áreas de cores atípicas como hipoplasias e manchamento. Os autores concluíram que a cor dos dentes é um fator determinante na odontologia estética, que a seleção adequada da cor compromete o resultado final do trabalho e que a determinação da cor dos dentes por meio de aparelhos eletrônicos é importante, pois torna possíveis as seleções rápidas da cor, propiciando maior índice de acerto.

3 PROPOSIÇÃO

A proposta deste estudo foi avaliar, por meio da técnica de espectrofotometria de refletância, a alteração cromática de três diferentes marcas de dentes artificiais de resina acrílica utilizados para a confecção de próteses removíveis parciais e totais após a imersão em alimentos líquidos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DENTES ARTIFICIAIS

Para a realização desta pesquisa foram selecionadas três marcas comerciais de dentes artificiais de resina acrílica, Trilux, Biotone e Artplus, que constam no Quadro 1. De cada marca comercial, foram utilizados 20 incisivos centrais superiores direitos (cor A2,0), cujas faces vestibulares foram avaliadas quanto à cor. Esses dentes foram selecionados por apresentarem maior superfície vestibular em relação aos outros dentes da arcada, favorecendo a análise (Figura 1).

Marca Comercial	Fabricante
Trilux	Dental Vip, Pirassununga, SP, Brasil
Biotone	Biolux, Dentsply Ind. e com, Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil
Artiplus	Artiplus, Dentsply Ind. e com, Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil

Quadro 1- Relação de dentes artificiais (corpos-de-prova) utilizados na pesquisa.



Figura 1- Corpos-de-prova.

4.2 ALIMENTOS LÍQUIDOS E CONDIÇÕES DE IMERSÃO

Após sua obtenção, todos os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada utilizando-se fio dental na região cervico-palatina (Figura 2) para mantê-los suspensos sem contato com o fundo do recipiente. A temperatura de armazenagem, realizada em estufa (Estufa Retilínea, Fanem Ltda, São Paulo, SP, Brasil), foi de $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ (Stober et al.⁴⁶ 2001) durante 24 h (Shotwell et al.¹⁶ 1992, Polysois et al.¹⁸ 1997).



Figura 2 - Corpos-de-prova com fio dental na região cervico-palatina.

Para a investigação da estabilidade de cor dos corpos-de-prova em contato com alimentos líquidos foram selecionados três meios de imersão, café, Coca-cola e vinho tinto, com base em seu potencial de manchamento e sua frequência de ingestão pela população (Figura 3). Os alimentos líquidos utilizados no estudo passarão a ser designados no presente texto como meios corantes. Para efeito de comparação e investigação da influência da umidade na alteração de cor, foi utilizado como grupo controle a água destilada, configurando o quarto meio corante. As características dos meios corantes utilizados no presente estudo estão discriminadas no Quadro 2.

O meio corante café foi preparado adicionando-se 3,6 g de café instantâneo a 300 ml de água destilada em ebulição (Sham et al.²² 2004). A solução foi utilizada somente após total resfriamento em bancada. Para a utilização do meio corante vinho tinto, foi adquirida uma garrafa de 750 ml da bebida, cujo lacre foi aberto no mesmo dia de imersão dos corpos-de-prova. Para a utilização do meio corante Coca-cola, foi adquirida uma garrafa de 600 ml do refrigerante, cujo lacre foi aberto no mesmo dia de sua utilização.

Foram utilizados 20 ml (Patel et al.³⁸ 2004) de cada um dos meios corantes para a imersão dos corpos-de-prova individualmente. Para cada meio corante foram selecionados cinco dentes de cada marca comercial (n=5). Os corpos-de-prova foram suspensos por fio dental colado na região cervico-palatina e permaneceram imersos nos meios corantes por um período total de 30 dias. De acordo com Guler et al.⁴⁸ (2005), 24 h de imersão em café correspondem a 30 dias do consumo diário desta bebida. Assim, 30 dias de imersão correspondem a 2,5 anos deste consumo.

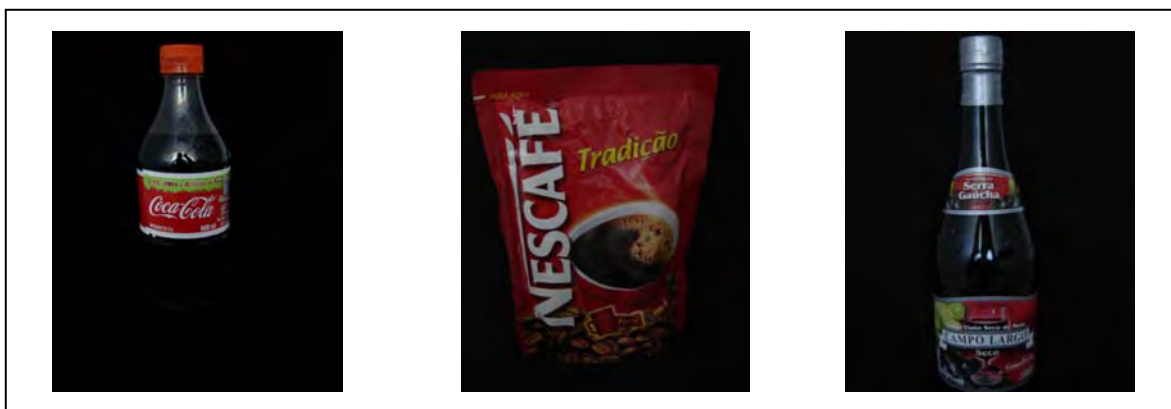


Figura 3 - Meios corantes utilizados no estudo.

Meio Corante	Nome Comercial	Origem
Café	Nescafé Tradição Instantâneo	Nestlé Brasil Ltda, Araras, SP, Brasil.
Vinho tinto	Vinho Tinto Seco de Mesa, Campo Largo	Vinícola Campo Largo, Campo Largo, PR, Brasil.
Refrigerante	Coca-Cola®	Coca Cola, Curitiba, PR, Brasil.
Água destilada	-	Quimis, Q.341.210, Quimis Aparelhos Científicos, SP, Brasil.

Quadro 2 - Características dos meios corantes utilizados na pesquisa.

4.3 AVALIAÇÃO DE COR

As leituras para a avaliação da cor foram realizadas por meio da técnica de espectrofotometria de reflectância, utilizando um espectrofotômetro manual. Este equipamento portátil, por apresentar ponta sensora com diâmetro reduzido, permite avaliação de áreas reduzidas, como as vestibulares dos dentes artificiais.* (Figura 4, Quadro 3).

Diâmetro da ponta sensora	6 mm
Área mensurada	7 mm
Tempo de mensuramento	1 s
Iluminação e condições de visualização	45/0
Comprimento de onda	400 nm -700 nm
Iluminante	D 65
Tipo de luz	Diodo Emisor de Luz (LED)

Quadro 3 - Características do Espectrofotômetro.

* The PocketSpec™ Color QA, Denver, Colorado, EUA



Figura 4 - Aparelho POCKETSPEC™ (ColorQA).

Para as leituras, cada corpo-de-prova foi posicionado sobre um fundo padrão de zircônia (Figura 5) de cor branca (correspondente ao branco universal). Foram desenhadas sobre sua superfície duas linhas paralelas entre si as quais serviriam como padrão no posicionamento dos corpos-de-prova, ficando nas proximais mesial e distal dos mesmos. Além disso, o fundo foi utilizado para a calibração do espectrofotômetro antes de cada leitura. Com esse mesmo objetivo, o espectrofotômetro foi apreendido com auxílio de um posicionador que manteve a angulação da ponta sensora em contato com a superfície vestibular dos corpos-de-prova. Um bloco de espuma foi utilizado com o objetivo de diminuir a entrada de luz do ambiente. O fundo branco foi posicionado dentro do bloco de espuma para depois posicionar o corpo-de-prova e assim realizar as leituras (Figuras 6 e 7).

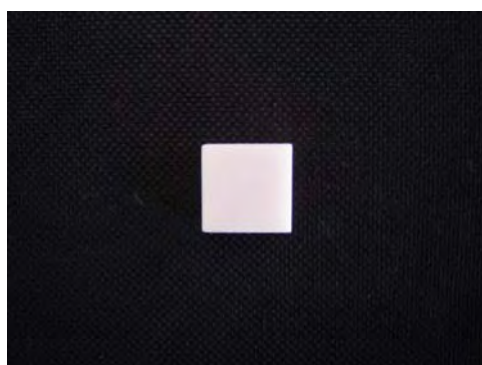


Figura 5 - Fundo padrão de zircônia.

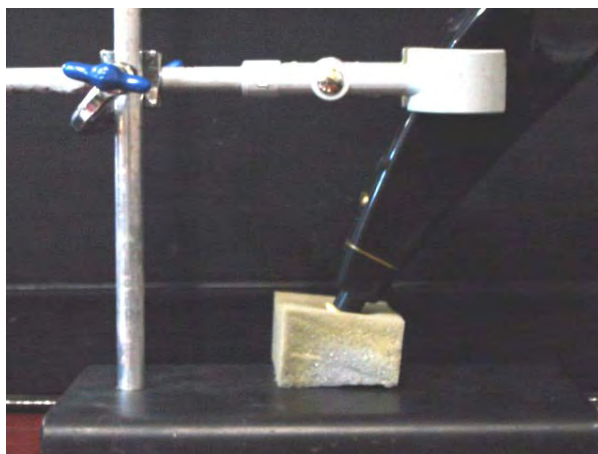


Figura 6 - Posicionamento do espectrofotômetro para mensuração da cor.

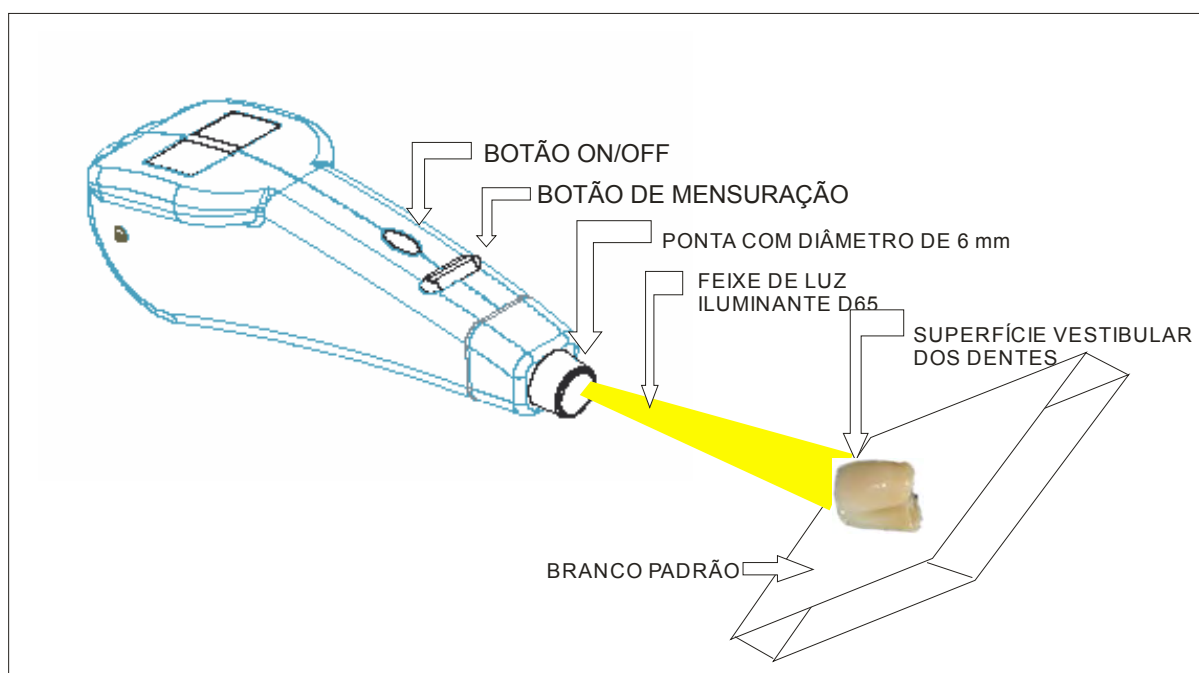


Figura 7 - Demonstração esquemática da mensuração da cor dos corpos-de-prova.

Para cada corpo-de-prova foram realizadas dez leituras e a média das leituras por corpo-de-prova foi calculada. Cada média de leituras de um corpo-de-prova forneceu separadamente os resultados das coordenadas L^* , a^* e b^* (norma ISO 7491:2000). Os dados obtidos foram registrados e armazenados utilizando o software Color QA Pro III* (Figura 8).

* ColorQA Pro System III TM

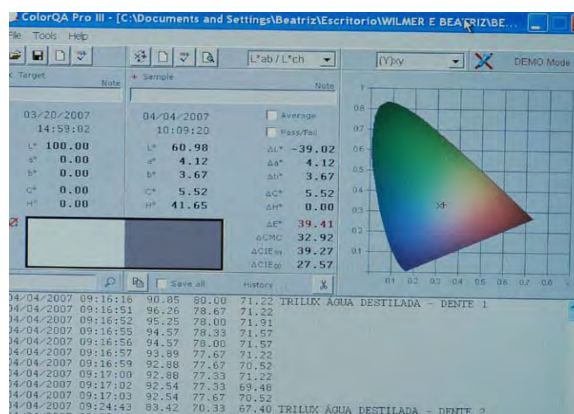


Figura 8 - Valores de L^* a^* b^* fornecidos pelo software Color QA ProIII.

A coordenada L^* corresponde ao valor de luminosidade da cor de um corpo, ou seja, sua quantidade de branco ou de preto. Quanto mais próximo de 0 for o valor de L^* , maior quantidade de preto o corpo apresenta e quanto mais próximo de 100, maior sua quantidade de branco. A coordenada a^* representa os extremos de vermelho e verde: quando o valor de a^* for negativo, significa que o corpo apresenta maior quantidade de cor verde e quando for positivo, vermelho. A coordenada b^* representa as cores amarelo e azul, sendo os valores negativos atribuídos a quantidades de azul e os positivos ao amarelo (Figura 9).

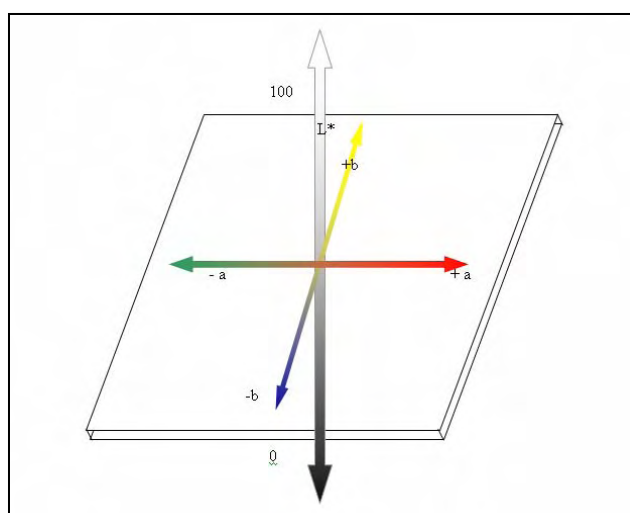


Figura 9 - Sistema de cores **CIE $L^*a^*b^*$** . O espaço representado no eixo Y representa a coordenada L^* , no eixo X a coordenada a^* e no eixo Z a coordenada b^* . As combinações destas coordenadas resultam em uma posição espacial que expressa a cor.

Posteriormente à imersão dos corpos-de-prova em água destilada por 24 h foi realizada a primeira avaliação de cor, da forma como foi descrita anteriormente, considerada como T_0 . Ao final dos primeiros 15 dias de imersão nos meios corantes, foi realizada a segunda leitura de cor (T_1). A terceira leitura foi realizada ao final dos 30 dias de imersão (T_2). Antes de cada mensuração de cor, os corpos-de-prova foram retirados dos meios corantes, lavados com água destilada e secos com papel absorvente.

Os dados originais das médias de leituras de cada coordenada de cor dos corpos-de-prova de todos os grupos experimentais do presente estudo podem ser visualizados nas Tabelas A1 a A36 do Apêndice A.

4.4 METODOLOGIA ESTATÍSTICA

Foram aplicadas análises de Variância de dois fatores (Material e Meio de imersão) para avaliar a variação na cor (ΔE_{ij}) entre os períodos de medição i e j ($i, j = T_0, T_1$ e T_2 , com $i \neq j$), calculada pela fórmula: $\Delta E_{ij} = [(\Delta L_{ij})^2 + (\Delta a_{ij})^2 + (\Delta b_{ij})^2]^{1/2}$. A análise de Variância foi complementada pelo teste de Tukey de comparações múltiplas de médias. Adotou-se o nível de significância de 5% para a tomada de decisão quanto à existência de diferença entre médias de variação na cor.

A comparação da cor antes e após a imersão nos meios corantes foi dada pela diferença de cor ou $\Delta E L^*a^*b^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$, onde

$\Delta L^* = L^*_i - L^*_j$ (leitura após imersão menos leitura prévia à imersão)

$\Delta a^* = a^*_i - a^*_j$ (leitura após imersão menos leitura prévia à imersão)

$\Delta b^* = b^*_i - b^*_j$ (leitura após imersão menos leitura prévia à imersão)

As alterações da cor foram quantificadas segundo National Bureau of Standard (NBS). Os valores de ΔE foram calculados por uma fórmula constante de alteração de cor perceptível ao olho humano onde, NBS unit = $\Delta E L^*a^*b^* \times 0,92$ (Quadro 4). (Hayashi et al.⁴² 1974, May et al.⁵³ 1992, Shotwell et al.¹⁶ 1992, Satoh et al.¹⁷ 1993, Polysois et al.¹⁸ 1997, Anil et al.³⁵ 1999, Hersek et al.²⁰ 1999).

Valores de alteração da cor	Visualização da alteração pelo olho humano
0,0 - 0,5	Traços de alteração
0,5 - 1,5	Alteração leve
1,5 - 3,0	Alteração perceptível
3,0 - 6,0	Alteração marcante
6,0 – 12,0	Alteração extremamente marcante
12,0 - ou mais	Alteração para outra cor

Quadro 4 - Escores segundo a NBS.

5 RESULTADOS

Com os resultados obtidos das avaliações de luminosidade e cromaticidade dos materiais Artplus, Biotone e Trilux realizadas nos períodos T_0 , T_1 e T_2 de imersão nas soluções de café, vinho tinto, Coca-cola e água destilada, calcularam-se as variações de cor ΔE_{ij} entre dois períodos i e j , cujas médias e desvios padrão são mostrados na Tabela 1, de acordo com o material e o meio de imersão. Nota-se que houve alteração de cor independentemente do material ou o meio de imersão. Além disso, a dispersão das medidas em torno da média apontada pelo desvio padrão foi razoavelmente grande.

Foram aplicadas três análises de Variância, cada uma delas para avaliar a variação de cor entre dois períodos, cujos sumários estão no Apêndice B. A primeira análise mostra que, após 15 dias de imersão (ΔET_0T_1), houve diferença significativa entre os meios corantes, não levando em consideração o material. Pelo teste Tukey, observou-se que a alteração de cor em vinho tinto foi significativamente maior do que a alteração em água destilada. Entretanto, as médias de variação de cor tanto de água destilada como de vinho tinto não são significativamente diferentes das demais. A interação neste caso também foi significativa.

A análise da variação de cor entre o início e 30 dias de imersão (ΔET_0T_2) teve interação significativa, com $p=0,024$. Pelo teste Tukey pôde-se verificar que essa interação não indicou efeitos importantes sobre a variação de cor. Houve aumento da variação de cor relativa a água destilada, não ficando mais evidente diferença desta em relação a vinho tinto.

Entre 15 dias e 30 dias de imersão não houve diferença significativa entre os materiais ou meios de imersão quanto à variação de cor. Pôde-se estimar para esse período, independentemente dos materiais e meios de imersão, com confiança de 95%, variação média de cor (ΔET_1T_2) entre 4 e 7.

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os materiais em todos os períodos de avaliação e todos as soluções corantes estudadas.

Nos gráficos 1 a 3, estão representadas as médias amostrais dos grupos experimentais e intervalos de confiança de 95% para as médias

populacionais, respectivamente de $\Delta E_{T_0T_1}$, $\Delta E_{T_0T_2}$ e $\Delta E_{T_1T_2}$. Quanto maior a sobreposição desses intervalos, menor foi a evidência de diferença entre médias.

As médias e desvios padrão de variação entre dois períodos das coordenadas de cromaticidade a^* e b^* e da coordenada de luminosidade L^* são apresentadas nas Tabelas 3 a 5, respectivamente. Nota-se que as médias de Δa e Δb são positivas, indicando aumento médio de um período para o outro. Por outro lado, as médias de ΔL oscilaram entre positivas e negativas, mas com variação de no máximo 5% da média. As análises de Variância aplicadas na avaliação das médias de variação dessas coordenadas de cromaticidade e de luminosidade apresentaram resultados semelhantes àqueles de ΔE , sem evidências de diferenças significativas importantes entre os materiais e meios de imersão.

Tabela 1 - Médias e desvios-padrão (DP) de variação de cor ΔE_{ij} entre os períodos i e j (T_0 = inicial, T_1 = 15 dias de imersão e T_2 = 30 dias de imersão)

Material	Meio	$\Delta E_{T_0T_1}$		$\Delta E_{T_0T_2}$		$\Delta E_{T_1T_2}$	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
Artplus	água destilada	5,08	2,19	10,77	1,59	6,50	1,29
	Café	8,33	1,83	12,84	1,80	5,83	1,49
	vinho tinto	9,02	3,42	9,96	2,04	7,24	2,75
	Coca-cola	10,88	2,95	13,63	2,86	4,78	1,44
Biotone	água destilada	7,24	3,05	10,72	3,19	7,01	2,01
	Café	5,86	1,63	8,19	1,23	4,60	1,11
	vinho tinto	10,32	2,73	11,68	2,48	3,84	0,97
	Coca-cola	8,81	2,11	11,30	2,55	4,97	2,75
Trilux	água destilada	7,73	2,29	10,59	1,72	6,37	2,33
	Café	9,70	3,89	11,83	3,70	4,83	1,48
	vinho tinto	10,90	2,11	13,10	3,41	5,57	2,40
	Coca-cola	6,71	2,47	9,81	2,39	4,89	0,48

Segundo os resultados obtidos no ΔE após terem sido avaliados segundo os critérios da NBS (National Bureau of Standard), foi possível observar que os dados encontrados no período T_0T_1 estão entre 4 a 10, classificando-se como “alterações marcantes” a “alterações extremamente marcantes”. No período T_0T_2 , as médias de alteração de cor estiveram entre 7 a 12, sendo classificadas como “alterações extremamente marcantes” a “alterações para outra cor”. Finalmente, no período T_1T_2 , foram entre 3 a 6, classificando-se como “alterações marcantes” (Tabela 2).

Tabela 2 - Médias de variação de cor ΔE_{ij} entre os períodos i e j (T_0 = inicial, T_1 = 15 dias de imersão e T_2 = 30 dias de imersão) segundo a NBS.

Material	Meio	$\Delta E_{T_0T_1}$	$\Delta E_{T_0T_2}$	$\Delta E_{T_1T_2}$
		Média	Média	Média
Artplus	água destilada	4,67	9,90	5,98
	café	7,66	11,81	5,50
	vinho tinto	8,29	9,16	6,32
	Coca-cola	10,00	12,53	4,39
Biotone	água destilada	6,66	9,86	6,44
	café	5,39	7,53	4,23
	vinho tinto	9,49	10,74	3,53
	Coca-cola	8,10	10,39	4,57
Trilux	água destilada	7,11	9,74	5,86
	café	8,92	10,88	4,44
	vinho tinto	10,02	12,05	5,12
	Coca-cola	6,17	9,02	4,49

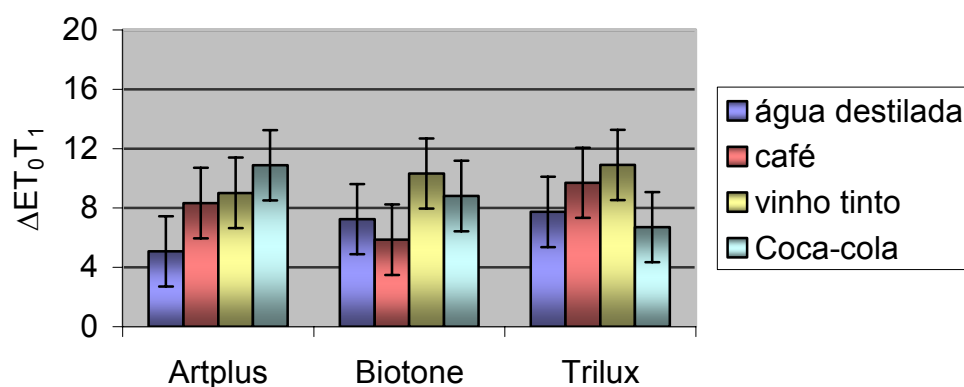


Gráfico 1 - Médias amostrais (colunas) e intervalos de confiança de 95% para as médias populacionais (barras verticais) de variação de cor ($\Delta E_{T_0T_1}$)

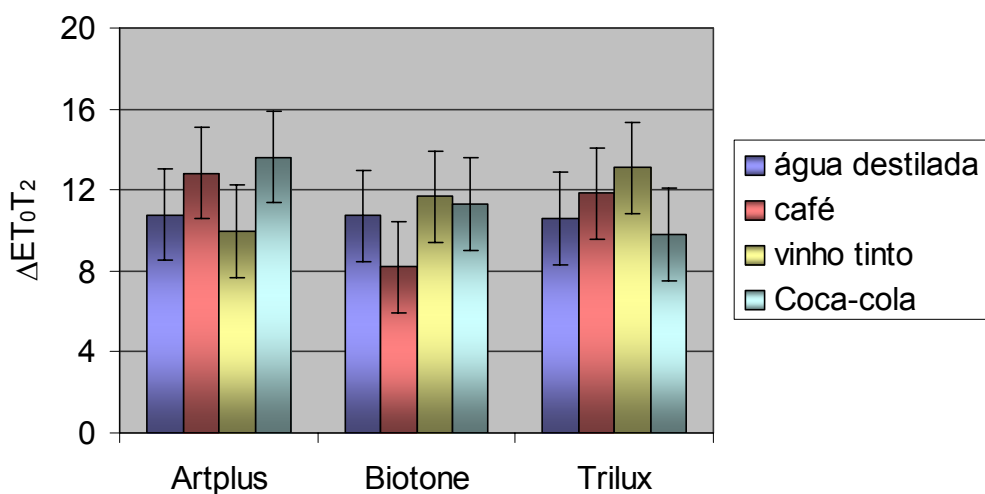


Gráfico 2 - Médias amostrais (colunas) e intervalos de confiança de 95% para as médias populacionais (barras verticais) de variação de cor (ΔET_{0T_2})

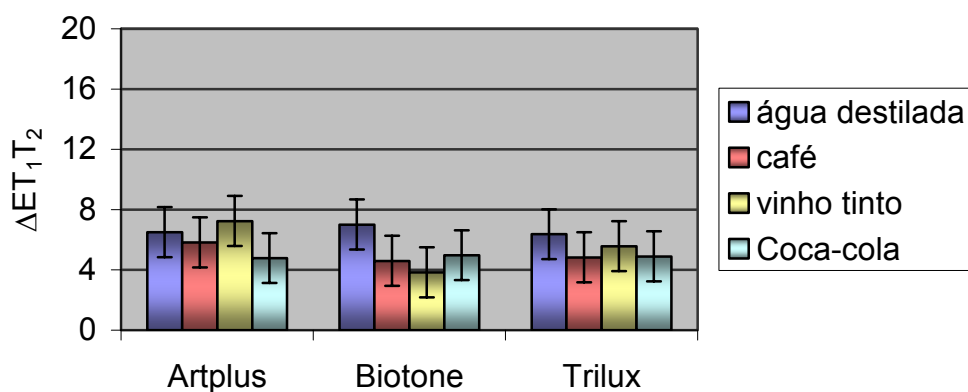


Gráfico 3 - Médias amostrais (colunas) e intervalos de confiança de 95% para as médias populacionais (barras verticais) de variação de cor (ΔET_{1T_2})

Tabela 3 - Médias e desvios padrão (DP) de variação Δa_{ij} entre os períodos i e j (T_0 = inicial, T_1 = 15 dias de imersão e T_2 = 30 dias de imersão)

Material	Meio	$\Delta a_{T_0T_1}$		$\Delta a_{T_0T_2}$		$\Delta a_{T_1T_2}$	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
Artplus	água destilada	4,27	1,81	10,17	1,50	5,90	1,26
	café	6,52	2,11	11,92	1,57	5,40	1,45
	vinho tinto	3,06	3,72	7,86	2,58	4,80	2,13
	Coca-cola	8,22	1,71	11,17	2,49	2,95	1,72
Biotone	água destilada	2,47	0,95	7,99	2,67	5,52	2,11
	café	3,69	2,27	5,96	0,88	2,28	2,65
	vinho tinto	5,73	2,57	7,96	3,98	2,24	1,75
	Coca-cola	4,74	1,64	8,60	1,59	3,86	2,03
Trilux	água destilada	5,82	1,43	9,21	1,22	3,39	1,49
	café	7,05	1,93	10,63	3,09	3,59	1,41
	vinho tinto	8,09	1,90	11,73	2,85	3,64	1,81
	Coca-cola	4,53	2,22	8,51	1,95	3,98	0,87

Tabela 4- Médias e desvios padrão (DP) de variação Δb_{ij} entre os períodos i e j (T_0 = inicial, T_1 = 15 dias de imersão e T_2 = 30 dias de imersão)

Material	Meio	$\Delta b_{T_0T_1}$		$\Delta b_{T_0T_2}$		$\Delta b_{T_1T_2}$	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
Artplus	água destilada	-1,53	2,15	-1,26	2,80	0,27	1,20
	café	-3,88	2,33	-2,95	3,37	0,93	1,95
	Vinho tinto	-5,59	6,09	-3,69	1,71	1,90	4,53
	Coca-cola	-3,26	6,85	-2,74	7,78	0,52	1,73
Biotone	água destilada	-6,06	2,66	-3,97	4,31	2,09	2,34
	café	-3,34	1,40	-4,18	2,18	-0,84	2,27
	Vinho tinto	-7,93	1,65	-7,40	1,96	0,53	2,71
	Coca-cola	-6,87	2,31	-6,50	2,48	0,37	0,69
Trilux	água destilada	-3,79	3,63	-4,80	2,15	-1,01	5,14
	café	-6,00	4,00	-3,78	3,51	2,23	0,86
	Vinho tinto	-6,91	1,51	-5,22	1,99	1,69	2,30
	Coca-cola	-4,22	1,69	-4,33	2,17	-0,11	1,26

Tabela 5- Médias e desvios padrão (DP) de variação ΔL_{ij} entre os períodos i e j (T_0 = inicial, T_1 = 15 dias de imersão e T_2 = 30 dias de imersão)

Material	Meio	$\Delta L_{T_0T_1}$		$\Delta L_{T_0T_2}$		$\Delta L_{T_1T_2}$	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
Artplus	água destilada	0,23	1,81	-1,33	1,98	-1,56	2,20
	café	-0,67	2,78	-1,05	2,38	-0,38	1,04
	Vinho tinto	-1,50	2,97	-2,90	3,71	-1,41	3,51
	Coca-cola	1,73	2,29	0,83	2,71	-0,91	3,53
Biotone	água destilada	-1,26	3,37	-3,97	2,99	-2,71	1,66
	café	0,22	2,73	-2,26	2,69	-2,48	0,74
	Vinho tinto	2,46	2,00	1,43	2,59	-1,03	1,02
	Coca-cola	0,25	2,50	-2,42	2,23	-2,67	2,47
Trilux	água destilada	1,59	1,13	-1,33	0,29	-2,92	1,13
	café	1,84	1,34	0,60	2,68	-1,25	2,10
	Vinho tinto	1,33	1,83	-1,24	2,48	-2,57	2,76
	Coca-cola	2,02	1,24	-0,45	1,77	-2,47	0,59

6 DISCUSSÃO

A seleção da tonalidade de dente para próteses removíveis totais ou parciais na prática clínica foca-se nas características físicas do paciente (Millstein et al.²⁰ 1998). Entretanto, os pacientes estão mais exigentes na atualidade, apresentando preferência por tonalidades mais claras. Assim o clínico deverá selecionar dentes artificiais confeccionados com materiais que não sofram alteração nas suas propriedades ópticas, como a cor. Alterações de cor dos materiais odontológicos podem ser provocadas por fatores extrínsecos tais como alimentos e nicotina (Um, Ruyter⁵² 1991, Guler et al.⁴⁸ 2005) ou fatores intrínsecos como a oxidação de monômeros residuais (Powers et al.¹⁴ 1978, Uchida et al.⁴⁵ 1998), presentes nos materiais restauradores e de ativadores de resinas acrílicas (Anil et al.³⁵ 1999). O presente estudo avaliou a cromaticidade de três marcas de dentes artificiais de resina acrílica após imersão em alimentos líquidos. Foi encontrada alteração estatisticamente significativa provocada pelo vinho tinto e pela água destilada, e entre as marcas comerciais de dentes artificiais não foram observadas diferenças estatísticas significantes.

Em relação aos meios corantes (nos períodos T_0T_1 e T_0T_2) o vinho tinto foi a substância que proporcionou os maiores valores de alterações de cor. Tem sido observada alteração de cor de materiais poliméricos após a imersão nesta bebida. Patel et al.³⁸ (2004) avaliaram uma resina composta e uma resina livre de partículas observando que a maior alteração ocorreu com o vinho tinto contendo 12% de álcool. Os autores atribuíram esses resultados ao amolecimento da superfície da matriz da resina pelo álcool. O álcool tende a degradar a superfície dos materiais deixando-as ásperas, favorecendo alterações de cor ao longo do tempo (Patel et al.³⁸ 2004, Omata et al.⁵⁰ 2006). Stober et al.⁴⁶ (2001) encontraram que o vinho tinto e a solução de cúrcuma causaram maiores alterações de cor nas resinas compostas estudadas, ao contrário das outras soluções utilizadas na pesquisa, como: água deionizada, em conjunto ou não com a aplicação de luz UV artificial, enxagüatório bucal à base de fluoreto, chá e café. Guler et al.⁴⁸ (2005) concluíram que o vinho tinto foi a solução que promoveu maior alteração de cor em cinco resinas compostas estudadas, utilizando também outros meios corantes como água destilada, café com e sem açúcar, chá com e sem açúcar, café com creme artificial e açúcar, Coca-cola e suco de cereja ácido. Omata et al.⁵⁰ (2006) avaliaram o efeito

de três bebidas: café, chá e vinho tinto em um compósito, tendo como resultado que o vinho tinto causou maior alteração da cor. Isto poderia explicar os resultados encontrados no período de avaliação entre T_0T_2 onde foi observada a maior alteração de cor comparada com o primeiro período de avaliação (T_0T_1). Türker et al.⁴¹ (2006) avaliaram duas resinas acrílicas para base de próteses e três materiais para provisórios à base de resina composta, demonstrando que os materiais utilizados como provisórios tiveram instabilidade de cor após a imersão no vinho tinto. Esteves et al.²⁶ (2006) avaliaram as alterações de cor de dentes artificiais (Vipident/Vipi) da cor 62, após contato com açaí, café, vinho tinto e água destilada, encontrando maior alteração no vinho tinto nos diferentes tempos de imersão. De acordo com Khokhar et al.⁴³ (1991), a maioria das alterações superficiais de cor são decorrentes de testes utilizando metodologia de contato com substâncias corantes, apresentando um valor residual cumulativo. Como pode ser verificado pelas informações anteriores, vários estudos encontraram os mesmos resultados observados no presente com relação à imersão em vinho tinto, possivelmente pela capacidade do álcool em degradar a superfície dos polímeros quando em contato por períodos prolongados. Outra das possíveis causas da alteração de cor dos dentes poderia ser o pH do vinho tinto utilizado neste estudo, sendo este de 3,7 (segundo o fabricante), o qual pode ter potencializado o efeito do álcool na degradação da superfície dos materiais. Além disso, seus componentes (fermentado de uvas, conservante, pigmento natural de uva e emocianina) podem iniciar um processo de degradação quando expostos ao ar, diminuindo mais o pH da solução, com o passar do tempo, tornando as superfícies dos corpos-de-prova mais porosas e mais susceptíveis ao manchamento.

Além do vinho tinto, outro meio de imersão que provocou alteração na cor dos materiais foi água destilada. Em pelo menos um estudo, realizado por Keyf e Etikam⁵⁴ (2004), os autores obtiveram alterações de características ópticas provocadas pela água. Estes autores avaliaram a alteração do brilho superficial de materiais utilizados para bases de prótese e encontraram que os corpos-de-prova imersos em água demonstraram alterações estatisticamente significativas ao longo do tempo, porém estas alterações foram inferiores às de chá e Coca-cola. No presente estudo foi encontrado que água destilada após 30 dias de imersão causou alteração significativa, porém inferior à alteração causada por vinho tinto. Tem sido citado na literatura que as alterações de cor dos materiais poliméricos, quando

imersos em diversos meios corantes, podem ser atribuídas à absorção da água contida nesses meios (Khan et al.²⁷ 1987, Bagheri et al.⁵⁶ 2005). As altas alterações da cor encontradas nas resinas à base de metil/etilmetacrilato em comparação com as resinas bis-acrilmetacrilato foram atribuídas à alta absorção de água (Sham et al.²² 2004). Buyukyilmaz e Ruyter³¹ (1994) avaliaram sete resinas para base de próteses demonstrando absorção de água de 2,5% a 3,5% do volume total dos corpos-de-prova, além da alteração de cor. Também foi relatado em estudos anteriores que a água causou degradação química por hidrólise, provocando a formação de poros na superfície dos compósitos. (Bagheri et al.⁵⁶ 2005). As alterações ocorridas no presente estudo podem estar relacionadas diretamente com a absorção da água pelos materiais utilizados (Ferracane⁵⁷, 2006). Estudos como o realizado por Lai et al.³⁷ (2003), apresentaram resultados contrários aos de nosso estudo. Os autores verificaram que as resinas acrílicas para base de próteses demonstraram estabilidade de cor em água e ar. Resultados contrários podem estar associados à composição dos materiais testados e ao tempo de imersão (Khan et al.²⁷ 1987).

Outros estudos encontraram alteração da cor de materiais à base de resina acrílica ocasionada pelo café, a qual foi atribuída à adsorção e à absorção dos corantes, especialmente o amarelo do café, e a sua compatibilidade polimérica (Um, Reuyter⁵² 1991). Lai et al.³⁷ (2003) afirmaram que ocorreram manchamentos clinicamente significativos nos materiais de silicone e copoliâmida quando armazenados em café por 180 dias. Guler et al.⁴⁸ 2005 encontraram que o café causou alteração de cor em materiais restauradores após 24 h de imersão, período este que, segundo o autor corresponde a 30 dias de ingestão da bebida. Especificamente nos dentes artificiais de resina acrílica, o café tem causado alteração da cor significativa (Mutlu-Sagense et al.²⁵ 2001). A resina de polimetil metacrilato utilizada para base de prótese tem maior atração por pigmentos solúveis em água na sua superfície, podendo ocorrer manchamento, isto como resultado das cargas eletrostáticas (Hersek et al.²¹ 1999). No presente estudo não foram encontradas alterações de cor após imersão em café, apesar de o tempo imersão utilizado corresponder a dois anos e meio de consumo de bebida (Guler et al.⁴⁸ 2005). Com respeito à solução de Coca-cola os corpos-de-prova também não apresentaram alteração de cor, estando de acordo com os trabalhos realizados por Patel et al.³⁸ 2004, Bagheri et al.⁵⁶ 2005, Guler et al.⁴⁸ 2005 e Türker et al.⁴¹ 2006. Já

nos trabalhos realizados por Keyf e Etikam⁵⁴ 2004 e Mutlu-Sagense et al.²⁵ 2001 foram encontradas alterações de cor dos materiais após imersão em Coca-cola, porém, menores que as encontradas nas outras soluções estudadas.

Clinicamente, possíveis fatores que predisõem à alteração da cor de materiais dentais são: contaminação de materiais, insuficiente higiene oral, hábitos de dieta e polimento (Khokhar et al.⁴³ 1991, Um, Reuyter⁵² 1991). Destaca-se a impossibilidade de estabelecer a correlação exata entre testes *in vitro* e situações *in vivo*, utilizando-se aceleração de envelhecimento ou metodologia de imersão em substâncias corantes, uma vez que o meio oral não pode ser reproduzido em laboratório, e que, clinicamente, os materiais restauradores nunca estão sujeitos a contato tão longo com meios corantes (Stober et al.⁴⁶ 2001). Neste estudo, as soluções de imersão não foram substituídas diariamente, e podem ter sofrido alterações devido à decomposição. Entretanto, esta mesma metodologia tem sido utilizada em diversos estudos, sem prejuízo para os resultados (Hayashi et al.⁴² 1974, Gross, Moser¹² 1977, Khan et al.²⁷ 1987, Polysois et al.¹⁸ 1997, Um, Ruyter⁵² 1991, Hersek et al.²¹ 1999).

Para a avaliação da cor tanto de materiais odontológicos como dos dentes naturais têm sido utilizados diversos métodos (Joiner¹⁰ 2004). O método subjetivo é o mais utilizado na prática odontológica e os resultados obtidos através de análise visual, embora tenham significância clínica, não são totalmente confiáveis, pois dependem de habilidade visual do avaliador, ângulo de visão do dente, fonte luminosa, da cor do mobiliário, quantidade de luz solar e até mesmo do traje e maquiagem do paciente, entre outros (Joiner¹⁰ 2004). Entretanto, este método é capaz de detectar pequenas diferenças de cor entre dois objetos (Paul et al.¹⁵ 2002). Okubo et al.²⁹ (1998) concluíram que o método visual foi inconsistente quando comparado com o método instrumental para a avaliação de tonalidades das guias de cores de porcelana. Liberman et al.³² (1995) determinaram condições laboratoriais na mensuração objetiva da cor de resinas acrílicas expostas à luz artificial, além de avaliar o efeito de diferentes fundos e comparar as mensurações objetiva e subjetiva em materiais comercialmente disponíveis, concluindo que o teste dos materiais deve ser objetivo para não incorrer em erros de avaliação. Paul et al.¹⁵ (2002) demonstraram uma coincidência de três tonalidades selecionadas visualmente em 26,6% e selecionadas pelo espectrofotômetro em 83,3%, demonstrando, assim, maior precisão com a técnica de espectrofotometria

comparada com o registro visual humano na seleção das tonalidades. Horn et al.¹⁹ (1998) concluíram que os métodos objetivos são os mais precisos para a realização de estudos *in vitro* em comparação com o método subjetivo de análise visual. Com base nestas informações, tem sido destacada a importância da utilização de aparelhos na prática odontológica, pois torna possíveis as seleções rápidas da cor, propiciando maior índice de acerto (Rosa, Della Bona⁵¹ 2007).

Existem diferenças entre os estudos que utilizam a metodologia de espectrofotometria no que se refere ao fundo (anteparo) utilizado para a avaliação de cor. Neste estudo, os corpos-de-prova foram posicionados sobre um bloco de zircônia que apresentava cor branco universal por ter 100% de reflectância das cores sem interferir na obtenção dos dados. Diversos estudos têm utilizado fundo branco na realização das leituras (Powers et al.¹⁴ 1978, Liberman et al.³² 1995, Polyzois et al.¹⁸ 1997, Anil et al.³⁵ 1999, Hersek et al.²¹ 1999, Guler et al.⁵⁰ 2005, Ikeda et al.⁴⁹ 2005). Outros estudos utilizaram fundos pretos com o fim de simular a cavidade oral (Okubo et al.²⁹ 1998, Uchida et al.⁴⁵ 1998, Vichi et al.⁴¹ 2004). No estudo realizado por Millstein et al.²⁰ (1998) foram utilizados como fundos, diferentes cores de resina para base de próteses com o objetivo de analisar o efeito da cor da base sobre a cor dos dentes artificiais. Independentemente da cor que apresente o fundo utilizado para a mensuração de cor, o mesmo fundo deverá ter sido previamente utilizado para a realização da calibração do equipamento. Dessa forma, fundos de cor branco universal são considerados pela técnica como 100% de reflectância e fundos pretos, 0%.

A metodologia deste trabalho está de acordo com estudos que utilizaram o sistema de avaliação espectrofotométrica expressando os dados em coordenadas CIE L*a*b*, objetivando a exatidão dos resultados (Khokhar et al.⁴³ 1991). O sistema de coordenadas CIEL*a*b* para avaliação de cor utilizado no estudo foi o modelo escolhido pela relação significativa à percepção da cor visual humana (Um, Ruyter⁵² 1991). Este sistema representa as três dimensões do espaço da cor tendo componentes de luminosidade e de matiz (Shotwell et al.¹⁶ 1992, Satoh et al.¹⁷ 1993, Polyzois et al.¹⁸ 1997, Horn et al.¹⁹ 1998, Millstein et al.²⁰ 1998, Hersek et al.²¹ 1999, Stober et al.⁴⁶ 2001, Paul et al.¹⁵ 2002, Sham et al.²¹ 2004). Relata-se que a alteração de cor aceitável clinicamente situa-se em valores até $\Delta E = 3,3$ embora este valor não devesse ser rígido, uma vez que a aceitabilidade depende da aplicação clínica (Um, Ruyter⁵² 1991). Entretanto segundo os critérios da

USPHS (Serviço de Saúde Pública Americana), o escore *alfa* corresponde a ΔE entre 2,2 e 4,4, ampliando os limites da aceitabilidade clínica (Johnston, Kao²⁸ 1989). De acordo com os critérios fornecidos pela NBS (National Bureau of Standard), as alterações da cor perceptíveis ao olho humano são classificadas segundo a tabela utilizada no presente estudo (May et al.⁵³ 1992, Shotwell et al.¹⁶ 1992, Satoh et al.¹⁷ 1993, Polyzois et al.¹⁸ 1997, Anil et al.³⁵ 1999, Hersek et al.²¹ 1999). Os dados obtidos neste estudo foram entre 3 e 12 para os diferentes tempos estudados, demonstrando assim que as alterações da cor variaram de “perceptíveis” até “alterações para outra cor”. Os valores devem ser avaliados considerando-se as restrições relacionadas à metodologia, ou seja, mesmo que os valores de alteração de cor ultrapassem os limites clinicamente aceitáveis, isto não significa que o material deva ser contra-indicado, porém, é importante que se conheça suas limitações (Samra⁵⁵ 2004).

O tempo de imersão tem sido considerado importante como causa de alteração da cor. Neste estudo foi observada alteração de cor a partir de 24 h até os primeiros 30 dias de imersão nos alimentos líquidos. No estudo realizado por Satoh et al.¹⁷ (1993) foi encontrada alteração da cor nos dentes artificiais na quarta semana de imersão nas soluções utilizadas. Patel et al.³⁸ (2004) avaliaram a cor de resinas compostas e encontraram que a maioria das alterações da cor ocorreram a partir do segundo dia de imersão em água e do sétimo dia de imersão em vinho. Stober et al.⁴⁶ em 2001, encontraram diferenças significativas entre o manchamento ocorrido em até oito semanas, verificando que há efeito menor, porém cumulativo em todo o período.

Não foram encontradas diferenças de alteração de cor entre os materiais estudados no presente estudo. Os dentes artificiais de resina acrílica são confeccionados em polimetilmetacrilato, acrescido ou não de agentes de ligação cruzada ou carga inorgânica para melhoria de suas propriedades físicas e mecânicas. O comportamento análogo dos três materiais pode indicar uma semelhança na sua composição e estrutura polimérica. Não é conhecida a composição dos materiais estudados para que uma relação mais profunda entre composição química e manchamento possa ser efetuada.

Sugere-se que novos estudos sejam realizados para que se estabeleça correlação entre a metodologia empregada e a aplicabilidade clínica,

avaliando-se além da cor dos materiais, o pH das soluções utilizadas e realizando substituições diárias das soluções.

7 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia proposta e com base nos resultados obtidos, pôde-se concluir que:

- Dentre os alimentos líquidos estudados, o vinho tinto apresenta maior potencial de alteração da cor dos dentes artificiais de resina acrílica estudados, seguido da água destilada.
- O consumo do vinho tinto poderia levar a alteração de cor nos dentes artificiais avaliados.
- A imersão em Coca-cola não promove alterações de cor nos dentes artificiais estudados.
- O consumo diário de café durante 2,5 anos não altera a cor dos dentes artificiais estudados.
- Não existe diferença de estabilidade de cor entre as marcas de dentes artificiais avaliadas, frente aos meios corantes estudados.

REFERÊNCIAS *

1. Turano JC, Turano LM. Fundamentos de prótese Total. 7ª ed. São Paulo: Santos;2004.
2. Diwan RR. Materiais prescritos no tratamento dos pacientes edêntulos. In: Zarb GA, Bolender CL. Tratamento protético pás os pacientes edentulos. São Paulo: Santos; 2006. p. 190-207.
3. Ratner B, Schoen F, Lemons J. Biomaterials: an introduction to materials in medicine. California: Academic Press, 1996. p.29
4. Kulser M. Estudio comparativo de dureza en dientes artificiales fabricados con diferentes tipos de resinas acrílicas. EIA. 2006.
5. Craig RG, Powers JM. Materiais Dentários Restauradores. 11ª ed. São Paulo: Santos;2004
6. Phoenix RD. Denture base resins. In: Anusavice KJ. Phillips Science of dental marerials. St. Louis: Elsevier; 2003. p.721-81.
7. Anusavice KJ, Brantley WA. Physical properties of dental materials. In: Anusavice KJ. Phillips Science of dental marerials. St. Louis: Elsevier; 2003. p.41-71.
8. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color.1973. J Prosthet Dent. 2001 Nov;86(5):453-57.
9. Gomes JC, Vilaroel M, Gomes OM. Estudo da cor para aplicações em restaurações estéticas. In: Associação Brasileira de Odontologia. Programa de atualização em odotnologia estética: Pro-Odonto/Estética. Porto Alegre Artmed/Panamerica, 2007.(Sistema de Educação continuada à Distância) p.11-58.
10. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. J Dent. 2004;32(Suppl)1:3-12.

* De acordo com a norma do programa de Mestrado em Odontologia da UEPG, baseada no modelo Vancouver. Abreviaturas dos periódicos em conformidade com o Medline.

11. Steenbecker O, Garone Filho W. Propriedades ópticas-color. In: Steenbecker O. principios y bases de los biomateriales en operat6ria dental est6tica dental est6tica adhesiva. Valparaiso: Editorial, Universidad de Valparaíso; 2006. p. 203-75.
12. Gross MD, Moser JB. A colorimetric study of coffee and tea staining of four composite resins. *J Oral Rehabil.* 1977 Oct;4(4):311-22.
13. Moser JB, Wozniak WT, Muller TP, Moore BK. Use of the Munsell system to compute color differences in composite resins. *J Dent Res.* 1978 Nov-Dec;57(11-12):958-63.
14. Powers JM, Dennison JB, Lepeak PJ. Parameters that affect the color of direct restorative resins. *J Dent Res.* 1978 Sep-Oct;57(9-10):876-80.
15. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res.* 2002 Aug;81(8):578-82.
16. Shotwell JL, Razzoog ME, Koran A. Color stability of long-term soft denture liners. *J Prothet Dent.* 1992 Nov;68(5):836-38.
17. Satoh Y, Nagai E, Azaki M, Morikawa M, Ohyama T, Toyoma H, et al. Study on high-strength plastic teeth. *J Nihon Univ Sch Dent.* 1993 Sep;35(3):192-9.
18. Polyzois GL, Yannikakis SA, Zissis AJ, Demetriou PP. Color changes of denture base materials after disinfection and sterilization immersion. *Int J Prosthodont.* 1997 Jan-Feb;10(1):83-9.
19. Horn DJ, Bulan-Brady J, Hicks ML. Sphere Spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. *J Endod.* 1998 Dec;24(12):786-90.
20. Millstein PL, Harlan J, Nathanson D. Colour effect of denture base on denture tooth materials. *J Oral Rehabil.* 1998 Mar;15(2):173-9.
21. Hersek N, Canay S, Uzun G, Yildiz F. Color stability of denture base acrylic resins in three food colorants. *J Prosthet Dent.* 1999 Apr;81(4):375-9.
22. Sham AS, Chu FC, Chai J, Chow TW. Color stability of provisional prosthodontic materials. *J Prosthet Dent.* 2004 May ;91(5):447-52.

23. Dunn JR. Dentist-prescribed home bleaching: current status. *Compend Contin Educ Dent*. 1998 Aug;19(8):760-4.
24. Denli N, Uludag B, Kiliçarslan MA, Dzkan Y. Resistance of artificial acrylic resin teeth to staining. *Türkiye Klin Di Bil Derg*. 1996 2:38-42
25. Mutlu-Sagesen L, Ergün G, Üzkant Y, Bek B. Color stability of different denture teeth materials: an *in vitro* study. *J Oral Sci*. 2001 Sep 6;43(3):193-205.
26. Esteves RA, Chiappetta DN, Reis WL, Silva CM, Klautau EB, Daher SC et al. Avaliação da alteração de cor de dentes artificiais quando submetidos ao manchamento com café, açaí e vinho. *Braz Oral Reser*. 2006 Sep; 20:250.
27. Khan Z, Von Fraunhofer JA, Razavi R. The staining characteristics, transverse strength, and microhardness of a visible light-cured denture base material. *J Prosthet Dent*. 1987 Mar;57(3):384-6.
28. Johnston W, Kao E. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res*. 1989 May;68(5):819-22.
29. Okubo, SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent*. 1998 Dec; 80(6):642-8.
30. Oliveira E, Colombo C, Lage-Marques J. Análise espectrofotométrica e visual do clareamento dental interno utilizando laser e calor como fonte catalisadora. *Pesqui Odontol Bras*. 2002 Dez;16(4):1-11.
31. Buyukyilmaz S, Ruyter IE. Color Stability of Denture Base Polymers. *Int J Prosthodont*. 1994 Jul-Aug;7(4):372-82.
32. Liberman R, Combe EC, Piddock V, Pawson C, Watts DC. Development and assessment of an objective method of colour change measurement for acrylic denture base resins. *J Oral Rehabil*. 1995 Jun;22(6):445-9.
33. Kim HS, Um CM. Color differences between resin composites and shade guides. *Quintessence Int*. 1996 Aug;27(8):559-67.

34. Scotti R, Mascellaní SC, Foriniti F. The in vitro color stability of acrylic resins for provisional restorations. *Int J Prosthodont*. 1997 Mar-Apr; 10(2):164-8.
35. Anil N, Hekimoglu C, Sahin S. Color stability of heat-polymerized and autopolymerized soft denture liners. *J Prosthet Dent*. 1999 Apr;81(4):481-4.
36. Saito SK, Lovadino JR, Kroll LB. Rugosidade e pigmentação superficial de materiais ionoméricos. *Pesqui Odontol Bras*. 2000 Out-Dez;14(4):351-6.
37. Lai YL, Lui HF, Lee SY. In vitro color stability, stain resistance, and water sorption of four removable gingival flange materials. *J Prosthet Dent*. 2003 Sep;90(3):293-300.
38. Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. *J Am Dent Assoc*. 2004 May;135(5):587-94.
39. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based products after water aging. *Dent Mater*. 2004 Jul;20(6):530-4.
40. Kolbeck C, Rosentritt M, Lang R, Handel G. Discoloration of facing and restorative composites by UV-irradiation and staining food. *Dent Mater*. 2006 Jan;22(1):63-8.
41. Türker SB, Koçak A, Aktepe E. Effect of five staining solutions on the colour stability of two acrylics and three composite resins based provisional restorations. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2006 14(3):121-5.
42. Hayashi H, Maejima K, Kezuka K, Ogushi K, Kono A, Fusayama T. In vitro study of discoloration of composite resins. *J Prosthet Dent*. 1974 Jul;32(1):66-9.
43. Khokhar ZA, Razzoog ME, Yaman P. Color stability of restorative resins. *Quintessence Int*. 1991 Sep;22(9):733-7.
44. May K, Shotwell JR, Koran A, Wang RF. Color stability: Denture base resins processed with the microwave method. *J Prosthet Dent*. 1996 Dec;76(6):581-9.

45. Uchida H, Vaidyanathan J, Viswanadhan T, Vaidyanathan TK. Color stability of dental composites as a function of shade. *J Prosthet Dent.* 1998 Apr;79(4):372-7.
46. Stober T, Gilde H, Lenz P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dent Mater.* 2001 Jan;17(1):87-94
47. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of intraoral dental colorimeter. *J Prosthet Dent.* 2002 Dec;88(6):585-90.
48. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2005 Aug;94(2):118-24.
49. Ikeda T, Sidhu SK, Omata Y, Fujita M, Sano H. Color and translucency of opaque-shades and body-shades of resin composites. *Eur J Oral Sci.* 2005 Apr;113(2):170-3.
50. Omata Y, Uno S, Nakaoki Y, Tanaka T, Sano H, Yoshida S, et al. Staining of hybrid composites with coffee, oolong tea, or red wine. *Dent Mater J.* 2006 Mar;25(1):125-31.
51. Rosa V, Della Bona A. Seleção de cor em consultório: das escalas convencionais ao espectrofotômetro. *Clin Int J Braz Dent.* 2007. Jan-Mar 3(1):62-68.
52. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int.* 1991. May;22(5):377-86.
53. May K, Razzoog ME, Koran A, Robinson E. Denture base resins: Comparison study of color stability. *J Prosthet Dent.* 1992 Jul;68(1):78-82.
54. Keyf F, Etikan I. Evaluation of gloss changes of two denture acrylic resin materials in four different beverages. *Dent Mater.* 2004 Mar;20(3):244-51.
55. Samra APB. Avaliação espectrofotométrica da estabilidade de cor de materiais restauradores estéticos [dissertação] Ponta Grossa. Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2004

56. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of esthetic restorative materials. *J Dent*. 2005 Oct; 20(33):389–98.
57. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater*. 2006 Mar;22(3):211-22. Epub 2005 Aug 8. Review.
58. Souza JC. Análise da estabilidade de cor e microdureza de uma resina composta extraclara fotoativada com diferentes fontes de luz. [dissertação]. Ponta Grossa. Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2006

APÊNDICE A

Médias dos valores originais das leituras para cada um dos corpos-de-prova após os períodos de imersão.

Tabela A1. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada L*) para os corpos-de-prova do material Artiplus imersos em AD nos períodos de T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	63,68	64,55	61,40
2	66,28	67,68	65,60
3	70,06	69,26	65,82
4	61,88	59,49	61,51
5	66,71	68,80	67,61

Tabela A2. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada L*) para os corpos-de-prova do material Artiplus imersos em C nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	67,27	64,66	64,71
2	63,56	67,71	66,14
3	68,64	66,22	65,93
4	68,05	66,44	65,28
5	68,03	67,16	68,23

Tabela A3. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada L*) para os corpos-de-prova do material Artiplus imersos em VT nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	69,97	63,95	64,38
2	68,29	65,34	63,92
3	65,94	65,67	64,98
4	63,74	64,46	66,39
5	69,16	70,19	62,92

Tabela A4. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada L*) para os corpos-de-prova do material Artiplus imersos em CC nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	68,46	72,51	67,63
2	67,77	66,66	71,24
3	65,79	66,04	63,25
4	62,73	64,16	63,08
5	62,32	66,35	65,99

Tabela A5. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada a*) para os corpos-de-prova do material Artiplus imersos em AD nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	-3,27	1,52	6,66
2	0,50	3,91	8,67
3	-1,51	0,71	8,06
4	-4,19	2,88	7,93
5	-2,10	1,77	8,97

Tabela A6. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada a*) para os corpos-de-prova do material Artiplus imersos em C nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	-0,24	3,82	9,23
2	-3,32	1,35	8,54
3	-3,23	4,41	8,50
4	-3,50	5,62	9,47
5	-3,03	4,09	10,55

Tabela A7. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada a*) para os corpos-de-prova do material Artiplus imersos em VT nos períodos T_0 , T_1 e T_2

Corpo-de-prova	T_0	T_1	T_2
1	4,49	5,33	8,71
2	-0,10	3,79	8,35
3	0,04	-1,78	6,61
4	-2,89	5,08	8,12
5	-1,71	2,71	7,35

Tabela A8. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada a*) para os corpos-de-prova do material Artiplus imersos em CC nos períodos T_0 , T_1 e T_2

Corpo-de-prova	T_0	T_1	T_2
1	-5,70	2,75	6,81
2	-4,42	3,39	3,47
3	-5,16	3,33	7,76
4	-5,07	5,49	8,33
5	-5,01	0,77	4,12

Tabela A9. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada b*) para os corpos-de-prova do material Artiplus imersos em AD nos períodos T_0 , T_1 e T_2

Corpo-de-prova	T_0	T_1	T_2
1	6,19	5,52	4,25
2	8,73	6,30	6,42
3	6,87	5,47	5,53
4	8,88	4,40	4,78
5	4,16	5,48	7,56

Tabela A10. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada b*) para os corpos-de-prova do material Artiplus imersos em C nos períodos T_0 , T_1 e T_2

Corpo-de-prova	T_0	T_1	T_2
1	4,31	2,17	2,03
2	14,02	6,63	5,93
3	4,81	3,13	5,86
4	12,06	8,82	8,22
5	11,81	6,88	10,23

Tabela A11. Valores originais das leituras de cor (coordenada b*) para os corpos-de-prova do material Artiplus imersos em VT nos períodos T_0 , T_1 e T_2

Corpo-de-prova	T_0	T_1	T_2
1	6,36	3,96	4,30
2	9,81	2,89	6,11
3	11,06	0,91	5,53
4	12,17	0,45	6,91
5	5,52	8,78	3,63

Tabela A12. Valores originais das leituras de cor (coordenada b*) para os corpos-de-prova do material Artiplus imersos em CC nos períodos T_0 , T_1 e T_2

Corpo-de-prova	T_0	T_1	T_2
1	3,52	7,17	6,43
2	3,20	6,19	8,57
3	6,67	4,15	6,58
4	16,77	5,15	4,62
5	14,73	5,92	4,98

Tabela A13. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada L*) para os corpos-de-prova do material Biotone imersos em AD nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	65,84	68,24	63,95
2	67,00	66,95	62,49
3	71,58	65,99	63,35
4	67,06	67,96	66,63
5	70,60	66,65	65,83

Tabela A14. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada L*) para os corpos-de-prova do material Biotone imersos em C nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	69,11	68,69	65,88
2	66,63	65,27	64,03
3	66,25	71,15	68,62
4	69,32	67,34	64,74
5	68,71	68,65	65,46

Tabela A15. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada L*) para os corpos-de-prova do material Biotone imersos em VT nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	65,89	67,12	65,88
2	63,17	68,94	69,18
3	63,63	66,52	63,97
4	66,63	67,47	66,49
5	64,02	65,57	64,96

Tabela A16. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada L*) para os corpos-de-prova do material Biotone imersos em CC nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	67,18	66,67	66,48
2	65,07	69,13	65,01
3	68,29	69,20	62,94
4	70,56	67,82	66,53
5	68,74	68,27	66,76

Tabela A17. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada a*) para os corpos-de-prova do material Biotone imersos em AD nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	-2.54	0.37	5.26
2	-3.72	-1.74	6.38
3	-1.06	2.87	9.98
4	-1.67	0.29	4.95
5	0.72	2.31	5.12

Tabela A18. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada a*) para os corpos-de-prova do material Biotone imersos em C nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	-0,92	3,42	3,70
2	0,77	1,93	6,96
3	-2,45	-0,96	4,36
4	-1,73	3,39	3,88
5	-1,51	4,82	5,08

Tabela A19. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada a*) para os corpos-de-prova do material Biotone imersos em VT nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	1,49	4,33	3,70
2	-1,16	3,45	7,12
3	-3,91	5,76	9,26
4	-0,31	4,64	6,55
5	-1,93	4,64	7,37

Tabela A20. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada a*) para os corpos-de-prova do material Biotone imersos em CC nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	-1,72	3,29	7,81
2	-3,74	1,31	5,35
3	-2,76	0,68	7,34
4	-2,23	0,78	3,78
5	-3,93	3,25	4,37

Tabela A21. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada b*) para os corpos-de-prova do material Biotone imersos em AD nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	13,19	3,63	3,00
2	5,90	2,67	3,04
3	8,80	2,14	4,81
4	7,61	4,04	9,45
5	11,29	4,01	6,61

Tabela A22. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada b*) para os corpos-de-prova do material Biotone imersos em C nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	9,86	6,69	4,47
2	6,79	3,59	5,00
3	9,30	5,33	7,08
4	7,29	6,02	2,76
5	12,65	7,53	5,67

Tabela A23. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada b*) para os corpos-de-prova do material Biotone imersos em VT nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	13,82	8,20	4,47
2	15,51	5,29	7,07
3	12,75	4,36	5,02
4	13,81	6,21	6,51
5	10,40	2,59	6,22

Tabela A24. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada b*) para os corpos-de-prova do material Biotone imersos em CC nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	11,38	4,97	6,26
2	11,52	4,21	5,00
3	13,54	3,50	3,58
4	7,41	3,83	4,03
5	12,26	5,24	4,75

Tabela A25. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada L*) para os corpos-de-prova do material Trilux imersos em AD nos períodos T_0 , T_1 e T_2

Corpo-de-prova	T_0	T_1	T_2
1	60,77	63,10	59,17
2	59,79	60,06	58,59
3	59,62	60,06	58,13
4	59,07	61,69	58,18
5	59,43	61,69	57,94

Tabela A26. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada L*) para os corpos-de-prova do material Trilux, nos períodos (T_0), 15 dias (T_1) e 30 dias (T_2) imersos em C

Corpo-de-prova	T_0	T_1	T_2
1	58,02	58,53	59,67
2	54,64	58,08	58,85
3	59,51	61,02	57,59
4	56,82	59,87	58,05
5	60,59	61,29	58,39

Tabela A27. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada L*) para os corpos-de-prova do material Trilux imersos em VT nos períodos T_0 , T_1 e T_2

Corpo-de-prova	T_0	T_1	T_2
1	61,28	60,14	59,07
2	59,78	60,51	60,45
3	58,90	59,78	57,26
4	60,43	63,02	55,79
5	57,53	61,12	59,17

Tabela A28. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada L*) para os corpos-de-prova do material Trilux imersos em CC nos períodos T_0 , T_1 e T_2

Corpo-de-prova	T_0	T_1	T_2
1	58,19	60,86	58,82
2	57,50	61,26	59,44
3	59,26	60,71	57,47
4	58,81	60,56	58,18
5	60,34	60,83	57,94

Tabela A29. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada a*) para os corpos-de-prova do material Trilux imersos em AD nos períodos T_0 , T_1 e T_2

Corpo-de-prova	T_0	T_1	T_2
1	-2,58	3,83	6,21
2	-1,36	4,71	7,35
3	-3,78	3,31	5,24
4	-5,15	1,01	6,17
5	-2,36	1,01	5,84

Tabela A30. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada a*) para os corpos-de-prova do material Trilux imersos em C nos períodos T_0 , T_1 e T_2

Corpo-de-prova	T_0	T_1	T_2
1	-4,08	2,84	4,98
2	-6,08	2,65	6,49
3	-1,21	2,95	5,37
4	-5,78	3,12	8,79
5	-4,28	2,24	6,12

Tabela A31. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada a*) para os corpos-de-prova do material Trilux imersos em VT nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	-0,56	5,30	6,91
2	-3,19	3,95	7,32
3	-6,76	3,26	8,10
4	-6,53	0,77	6,82
5	-6,06	4,09	6,41

Tabela A32. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada a*) para os corpos-de-prova do material Trilux imersos em CC nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	-3,90	2,67	6,98
2	-2,48	2,20	6,16
3	-2,60	2,48	5,06
4	0,42	1,19	6,17
5	-3,81	1,77	5,84

Tabela A33. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada b*) para os corpos-de-prova do material Trilux imersos em AD nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	9,95	5,04	4,55
2	8,06	1,37	6,74
3	10,32	3,08	5,47
4	12,44	11,06	5,21
5	9,81	11,06	4,61

Tabela A34. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada b*) para os corpos-de-prova do material Trilux imersos em C nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	11,38	4,95	6,10
2	13,56	3,97	6,83
3	7,08	4,43	6,24
4	13,19	3,07	6,39
5	6,73	5,49	7,48

Tabela A35. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada b*) para os corpos-de-prova do material Trilux imersos em VT nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	9,11	1,43	6,53
2	9,81	5,42	5,83
3	11,05	3,00	4,64
4	11,71	5,09	4,07
5	11,68	3,87	6,18

Tabela A36. Média dos valores originais das leituras de cor (coordenada b*) para os corpos-de-prova do material Trilux imersos em CC nos períodos T₀, T₁ e T₂

Corpo-de-prova	T ₀	T ₁	T ₂
1	10,02	4,39	4,19
2	9,27	5,04	7,03
3	11,04	5,12	4,26
4	7,12	5,39	5,21
5	9,51	5,91	4,61

APÊNDICE B

Análise de variância para a avaliação da variação de cor entre os períodos de imersão.

Tabela B1 - Sumário da análise de variância para a avaliação da variação de cor entre os períodos T_0 e T_1

Fonte de variação	Graus de liberdade	Média quadrática	F	P
Material	2	2,53	0,36	0,696
Meio de imersão	3	30,58	4,40	0,008 *
Interação	6	17,58	2,53	0,033 *
Resíduo	48	6,95		

* significativo

Tabela B2 - Sumário da análise de variância para a avaliação da variação de cor entre os períodos T_0 e T_2

Fonte de variação	Graus de liberdade	Média quadrática	F	P
Material	2	9,01	1,41	0,253
Meio de imersão	3	3,02	0,47	0,702
Interação	6	17,27	2,71	0,024 *
Resíduo	48	6,37		

* significativo

Tabela B3 - Sumário da análise de variância para a avaliação da variação de cor entre os períodos T_1 e T_2

Fonte de variação	Graus de liberdade	Média quadrática	F	P
Material	2	5,06	1,48	0,237
Meio de imersão	3	9,08	2,66	0,058
Interação	6	4,06	1,19	0,328
Resíduo	48	3,41		