

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Faculdade de Odontologia

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA ESTABILIDADE DE COR
DE BRÁQUETES CERÂMICOS IMERSOS EM
SOLUÇÕES POTENCIALMENTE CORANTES**

BRUNA COSER GUIGNONE

Belo Horizonte

2008

Bruna Coser Guignone

**Avaliação *in vitro* da estabilidade de cor de
bráquetes cerâmicos imersos em soluções
potencialmente corantes**

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração: Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Dauro Douglas Oliveira.

Co-orientador: Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares.

Belo Horizonte

2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

G951a	Guignone, Bruna Coser Avaliação <i>in vitro</i> da estabilidade de cor de bráquetes cerâmicos imersos em soluções potencialmente corantes / Bruna Coser Guignone. - Belo Horizonte, 2008. 55f. : il. Orientador: Dauro Douglas Oliveira Co-orientador: Rodrigo Villamarim Soares Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Bibliografia. 1. Ortodontia. 2. Materiais dentários. 3. Cor na odontologia. I. Oliveira, Dauro Douglas. II. Soares, Rodrigo Villamarim. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III.Título. CDU: 616.314-089.23
-------	---

Folha de aprovação

À minha família, que mesmo de longe, sempre esteve tão presente em todos os momentos da minha vida durante o curso.

AGRADECIMENTOS

A meus pais, que sempre estiveram tão presentes na minha vida e que nunca mediram esforços para que eu pudesse ter a melhor formação. A minha irmã Camila para quem procuro sempre ser um exemplo na profissão, o que me motiva a melhorar a cada dia. A minha querida avó Gilcéa por todo o carinho e pela presença nos momentos difíceis. Ao André, pelo amor, apoio e por ter proporcionado os melhores momentos da minha vida!

Ao meu professor e amigo Roberto Carlos Brandão, pelo exemplo de profissionalismo e pelo incentivo para que eu buscasse sempre a melhor formação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Dauro Oliveira, pela excelente coordenação do nosso curso, pelos ensinamentos de Ortodontia e por ter contribuído de forma significativa para minha formação. Ao meu co-orientador Prof. Dr. Rodrigo Villamarim, pela dedicação e disposição em ajudar.

Aos meus colegas de turma, em especial a minha colega Ludimila que esteve presente em todos os momentos para a elaboração desta pesquisa e com quem pude compartilhar tantas alegrias. A minha colega Ana Paula por sempre ter me ajudado tanto desde que cheguei em Belo Horizonte e por ter sido responsável pelo melhor presente que esse curso possa ter me dado! Ao meu colega Rapha, pelas dicas e pela ajuda na formatação deste trabalho. As minhas colegas Tati Junqueira e Raquel Castro pela disposição e ajuda na fase inicial desta pesquisa.

A todos os professores do Mestrado de Ortodontia pelos ensinamentos, pela amizade, atenção e carinho. Em especial ao Prof. José Maurício Vieira, por ter me oferecido a oportunidade de acompanhá-lo em seu consultório, ao Prof. Armando Lima, por ter sido um “pai” para mim durante todo o curso, ao Prof. Ênio Mazzeiro, por ter contribuído de forma significativa com esta pesquisa e ao Prof. Júlio Brant pela amizade especial!

A todos os funcionários do curso de Ortodontia, em especial ao Diego, pela prontidão em ajudar sempre, ao Alcides com sua habilidade e simpatia, e as nossas queridas Mariângela e Toninha, de quem vou sentir muita falta! Aos funcionários do curso de Engenharia da PUC Minas, Carlos e Vinícius, por sempre terem sido tão prestativos e por terem se esforçado para contribuir com esta pesquisa de forma enriquecedora.

Aos professores e alunos do Departamento de Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, em especial ao Aldieris e à Daniela, que nos receberam de braços abertos e dedicaram seu tempo e conhecimento para a contribuição com esta pesquisa.

Ao querido Dr. Geraldo Kasbergen, pela disponibilidade em ajudar sempre.

E a Deus, por sempre ter estado ao meu lado, e ter me dado tanta força em todos os momentos em que passei aqui.

RESUMO

Os pacientes ortodônticos buscam, cada vez mais, uma melhor função mastigatória e uma aparência estética mais agradável. Sendo assim, a estética dos bráquetes ortodônticos tornou-se um tópico de grande interesse. Os bráquetes cerâmicos surgiram com o propósito de superar algumas das características deficientes dos bráquetes plásticos, como o pressuposto de uma maior estabilidade de cor. O objetivo deste estudo foi avaliar, *in vitro*, a estabilidade de cor de cinco tipos de bráquetes cerâmicos após imersão em soluções potencialmente corantes. Os bráquetes foram divididos em quatro grupos de acordo com as soluções nas quais ficaram imersos (café, vinho tinto, Coca-Cola® e saliva artificial). As possíveis alterações cromáticas foram avaliadas através de um espectrofotômetro de reflectância nos seguintes tempos: T0 (bráquetes secos), T1 (bráquetes 24 horas na saliva artificial e nas soluções corantes), T2, T3 e T4 (bráquetes após 72 horas, 7 e 14 dias nas soluções corantes, respectivamente). Os resultados obtidos foram submetidos à avaliação estatística através da Análise de Perfis Multivariados de Médias, a Análise de Variância (ANOVA) e o teste *t* para amostras independentes e pareadas ao nível de 5% de significância, para a comparação entre as médias intra e inter-grupos obtidas nas diferentes soluções e nos tempos distintos. Diante dos resultados foi observado, em geral, que o comportamento dos bráquetes variou de acordo com a solução em que estavam imersos, apesar de que, dentro de uma mesma solução, os mesmos evoluíram de maneira similar, porém com ganhos diferenciados em relação à alteração de cor. O tempo de imersão nas soluções foi significativo para a alteração de cor de todos os bráquetes, embora nem sempre percebidas visualmente. Concluindo, podemos afirmar que tais soluções assim como o tempo de imersão dos bráquetes nas mesmas foram significantes na alteração de cor desses acessórios.

Palavras-Chave: soluções corantes, bráquetes cerâmicos, estabilidade de cor.

ABSTRACT

The increasing number of adults seeking for orthodontic treatment resulted in a greater demand for esthetic appliances. Consequently, a significant number of studies have been developed to better understand the clinical behavior of plastic and ceramic brackets. Although the color of these accessories is their major advantage over conventional metallic brackets, this property is the least investigated and most of the few articles mentioning the color instability of esthetic brackets are not based on scientific evidence, but rather in anecdotal assumptions. Therefore, the purpose of this study was to investigate the color instability of five types of ceramic brackets when immersed in three potentially staining substances (red wine, black coffee and Coke™). The sample was divided in four groups according to the substance in which they were immersed. Possible color alterations were measured by a reflection spectrophotometer in five time intervals: T0 (dry), T1 (24 hours after immersion), T2 (72 hours after immersion), T3 and T4 (7 and 14 days after immersion, respectively). The data collected was submitted to statistical analysis and the results showed that there was a significant color variation over time for all brackets and substances. The ceramic brackets showed a different pattern of staining for each substance tested.

Key words: ceramic brackets, staining, color stability.

SUMÁRIO

LISTA DE ARTIGOS	10
INTRODUÇÃO GERAL	11
OBJETIVOS DO ESTUDO	13
CONSIDERAÇÕES GERAIS	14
REFERÊNCIAS	17
ARTIGO I.....	20
ARTIGO II.....	33
CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
ANEXO.....	55

LISTA DE ARTIGOS

Esta dissertação gerou as seguintes propostas de artigos:

I. Bráquetes estéticos e princípios da cor: uma revisão (artigo de divulgação).....20
(A ser submetido à Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial)

II. Avaliação *in vitro* da estabilidade de cor de bráquetes cerâmicos imersos em
soluções potencialmente corantes (artigo de pesquisa).....33
(A ser submetido à revista Am J Orthod Dentofacial Orthop)

INTRODUÇÃO GERAL

A Ortodontia tem como objetivos fundamentais alcançar a eficiência funcional do sistema estomatognático, estética facial e dentária, saúde periodontal, além da estabilidade dos resultados do tratamento. Entre estes, a busca pela melhora da estética facial e dentária é o principal motivo pelo qual os pacientes adultos procuram o tratamento ortodôntico (OLSEN; BISHARA; JAKOBSEN, 1997; MCKIERNAN; MCKIERNAN; JONES, 1992).

A aplicação dos conceitos estéticos na Odontologia atual só foi possível com a evolução dos materiais e das técnicas odontológicas, por meio do sistema adesivo (RESTON, 1997). Isso também vale para a Ortodontia, visto que, o primeiro passo em direção a um aparelho ortodôntico fixo mais estético foi dado por Newman em 1965, pois foi o primeiro a fazer a colagem direta de acessórios ortodônticos aos dentes associando o condicionamento ácido do esmalte à utilização de resinas epóxicas.

Atualmente, devido à grande procura por tratamentos ortodônticos pelos pacientes adultos, a necessidade de uma aparência estética mais agradável dos aparelhos ortodônticos foi reforçada (KHAN; HORROCKS, 1991). Portanto, a conciliação entre aparelhos mais aceitáveis esteticamente pelo paciente e que apresentem bom desempenho clínico na visão do ortodontista se tornou um dos principais objetivos da indústria ortodôntica, que por sua vez vem se esforçando para criar novos materiais e suprir tais necessidades (KARAMOUZOS; ATHANASIOU; PAPADOPOULOS, 1997). Dentre esses materiais, se encontram os bráquetes estéticos, plásticos e cerâmicos, bem como as ligaduras elásticas e os fios estéticos.

Os primeiros bráquetes estéticos surgiram na década de 70 e eram compostos de policarbonato (NEWMAN, 1969). Esse material apresentava características negativas quando comparados aos acessórios metálicos, como a deformação e fragilidade estrutural, baixa adesão e baixa resistência ao manchamento durante o tratamento, o que comprometia o seu desempenho clínico (DOBRIN, 1975; AIRD; DURNING, 1987; GUAN *et al.*, 2000). Na tentativa de solucionar tais problemas, os fabricantes realizaram algumas modificações estruturais, como por exemplo, o reforço desses acessórios com cargas cerâmicas e

fibras de vidro e a inserção de canaletas metálicas. Porém, ainda assim a instabilidade de cor e a distorção permaneceram significantes (FELDNER, 1994; SINHA; NANDA, 1997; OLSEN; BISHARA; JAKOBSEN, 1997; FERNANDEZ; CANUT, 1999).

Os bráquetes cerâmicos foram introduzidos nos anos 80 com a intenção de fornecer ao ortodontista um produto que superasse as desvantagens dos bráquetes de policarbonato (BIRNIE, 1990). E, realmente, as primeiras versões dos bráquetes cerâmicos representaram um avanço na obtenção de um material mais estético e de melhor comportamento clínico (SWARTZ, 1988). Esses acessórios apresentavam vantagens em relação aos bráquetes plásticos, como a maior capacidade de expressão de torque e a maior estabilidade de cor, sendo inertes aos fluidos orais (SWARTZ, 1988; BRITTON *et al.*, 1990; OLSEN; BISHARA; JAKOBSEN, 1997). Entretanto, algumas características se apresentam indesejáveis, como sua alta friabilidade, o maior atrito com os fios ortodônticos e a possibilidade de causar desgastes em dentes antagonistas ou lesões no esmalte durante a remoção das primeiras gerações desses bráquetes (GHAFARI, 1992).

Apesar da estabilidade de cor no meio bucal ser o principal desafio dos bráquetes estéticos, suas propriedades ópticas são as menos estudadas diretamente, mesmo constituindo a principal vantagem desses bráquetes em relação aos acessórios metálicos. Apesar disso, alguns autores relatam que esses acessórios podem sofrer alterações em suas propriedades ópticas no ambiente bucal devido ao seu manchamento por substâncias corantes presentes em alimentos e bebidas (GHAFARI, 1992; BISHARA; FEHR, 1997; KARAMOUZOS; ATHANASIOU; PAPADOPOULOS, 1997; BISHARA, 2003; FERNANDEZ; CANUT, 1999). Essa questão torna-se de grande interesse para o ortodontista, visto que os pacientes adultos exigem, cada vez mais, aparelhos ortodônticos menos aparentes e mais estáveis em relação à cor.

O presente estudo teve como objetivo avaliar possíveis alterações de cor de cinco tipos de bráquetes cerâmicos, quando imersos em diferentes soluções potencialmente corantes.

OBJETIVOS DO ESTUDO

OBJETIVO GERAL

Avaliar *in vitro* a estabilidade de cor de cinco tipos de bráquetes estéticos cerâmicos quando imersos em soluções potencialmente corantes, comumente presentes na dieta.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1- Considerar a importância do conhecimento dos princípios da cor e de meios para mensurá-la na prática do ortodontista.
- 2- Avaliar a estabilidade de cor dos cinco tipos de bráquetes cerâmicos nas soluções potencialmente corantes.
- 3- Avaliar o efeito da hidratação pela saliva artificial na alteração de cor dos bráquetes testados após o período de 24 horas.
- 4- Avaliar o efeito do tempo de imersão nas soluções corantes na alteração de cor dos bráquetes testados.
- 5- Comparar o potencial de manchamento das três soluções corantes utilizadas no estudo.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Princípios da Cor

A cor é uma impressão puramente subjetiva, resultante da interação entre objeto, fonte de luz e observador (PAUL *et al.*, 2002). Sua percepção é formada em uma área específica do cérebro, devido à especialização de bastonetes e cones, distribuídos sobre a retina (TOUATI, 2000). Assim, a luz, transformada em estímulo enviado ao cérebro, origina a percepção da cor, que é diferente entre as pessoas com visão normal (WESTLAND, 2003).

A percepção da cor depende de fenômenos objetivos e subjetivos e é resultado de um padrão de resposta óptica e cerebral sobre uma faixa muito estreita do espectro eletromagnético. Contudo, apesar de se conhecer o mecanismo fisiológico da visualização das cores, o componente psicológico é menos conhecido (MAGALHÃES, 2003).

Dado seu caráter subjetivo, as cores devem ser mensuradas através de métodos de quantificação que permitam a expressão numérica da cor (SEGHI; HEWLETT; KIM, 1989; WESTLAND, 2003). Desenvolveu-se, então, a colorimetria, ramo da ciência da cor que determinou numericamente a cor refletida por um objeto assim como a diferença entre as cores de dois objetos diferentes (SEGHI; JOHNSTON; O'BRIEN, 1986). Existem dois tipos principais de instrumentos para medir a cor de superfícies: espectrofotômetros de reflectância e colorímetros (O'BRIEN, 2002; WESTLAND, 2003).

Até 1928, quando foi desenvolvido o primeiro espectrofotômetro, cientistas tentavam descrever as cores através de difíceis fórmulas (HARDY, 1938). Desde então, a descrição das cores vem sendo feita através de números, por meio de computadores combinados a instrumentos de medição de cor, como colorímetros e espectrofotômetros (MAGALHÃES, 2003).

Espectrofotômetros são aparelhos utilizados para realizar a medição da intensidade de cada comprimento de onda, decompondo a luz refletida pela amostra, quando iluminada por luz policromática e difusa. Passando pelo prisma, a luz sofre difração e os componentes monocromáticos chegam aos detectores

espectrais, que enviam um sinal correspondente à energia relativa recebida naquele comprimento de onda. A partir desses dados, o fator de reflectância é registrado e os valores triestímulos (L^* , a^* e b^*) são calculados (HARDY, 1938). Nesses valores, L^* é a medida do brilho do objeto, enquanto a^* é a medida da quantidade de vermelho ($+a^*$) e verde ($-a^*$) e b^* a quantidade de amarelo ($+b^*$) e azul ($-b^*$) (O'BRIEN, 2002).

O uso do espectrofotômetro de reflectância tem sido utilizado como alternativa na determinação da cor verdadeira dos dentes, considerando-se diversas condições, como rugosidade e ausência de geometria regular de superfície. O espectrofotômetro minimiza as perdas de luz nas bordas das amostras e maximiza a coleta de luz refletida em todas as direções. Assim, a variação na cor de diferentes amostras está relacionada a diferentes reflexões da luz (KWON *et al.*, 2002).

Já os colorímetros medem a quantidade de luz refletida de um modo semelhante ao percebido pelos olhos humanos. Assim, sensores detectam a quantidade de verde, vermelho e azul da amostra através de sistema de filtros (MAGALHÃES, 2003). Um colorímetro é descrito geralmente como qualquer instrumento que caracteriza amostras de cores para obter uma medida objetiva dos parâmetros das cores (ex: saturação, matiz, luminescência) (WESTLAND, 2003).

Bráquetes estéticos

Atualmente, os pacientes ortodônticos, incluindo a crescente população de adultos, não se satisfazem apenas com a estética final do tratamento, mas também exigem uma melhor condição estética ao longo de todo o processo corretivo da maloclusão (RUSSEL, 2005). Dessa forma, a estética dos aparelhos ortodônticos tem se tornado um assunto de grande interesse.

A utilização de resinas epóxicas associada à técnica de condicionamento ácido do esmalte foi o marco inicial no desenvolvimento do aparelho ortodôntico estético, o que levou à tentativa de substituição da cimentação de bandas pela colagem direta de bráquetes (NEWMAN, 1965). Com a evolução da técnica, ocorreu uma progressiva substituição do aparelho com bandas cimentadas em todos os dentes por aquele com bráquetes colados diretamente na superfície do esmalte. A

partir de então, uma maior eficiência estética era atingida com a fabricação de bráquetes de dimensões menores (KEIM, 2001).

Na década de 70, surgiram os primeiros bráquetes plásticos de policarbonato, os quais possibilitaram uma melhora relevante na aparência do aparelho ortodôntico (NEWMAN, 1969). Posteriormente, em 1986, passaram a ser comercializados as primeiras versões dos bráquetes de cerâmica, que se tornaram uma alternativa estética ainda melhor do que os acessórios de policarbonato (BIRNIE, 1990). Entre 1986 e 1990, o uso de bráquetes cerâmicos, nos tratamentos com aparelhos estéticos, aumentou de 5,6% para 88,2%, enquanto o uso dos de policarbonato diminuiu de 57,8% para 24,3% (GOTTLIEB; NELSON; VOGELS, 1991).

Em função da crescente demanda por aparelhos estéticos nos consultórios de Ortodontia, os fabricantes de materiais ortodônticos têm buscado oferecer alternativas de produtos mais estéticos e desenvolver tecnologias que visam também à melhoria das características mecânicas e a eficiência clínica desses aparelhos (MALTAGLIATI *et al.*, 2006).

Assim, vem sendo desenvolvidas novas técnicas ortodônticas, como os alinhadores transparentes e a Ortodontia lingual. Entretanto, comparados a esses materiais, os bráquetes estéticos são os mais viáveis economicamente e permitem a realização de um procedimento ortodôntico convencional (MALTAGLIATI *et al.*, 2006).

A utilização de bráquetes estéticos tem indicação na Ortodontia principalmente em pacientes resistentes ao tratamento devido à aparência indesejável dos bráquetes metálicos. E, apesar da estética ser a grande vantagem desses acessórios em relação aos metálicos, ela não é completa, visto que esses bráquetes ainda enfrentam o desafio de manter a estabilidade de cor no meio bucal.

REFERÊNCIAS*

1. AIRD, J. C.; DURNING, P. Fracture of polycarbonate edgewise brackets: a clinical and SEM study. **British Journal of Orthodontics**, Oxford. v.14, n.3, p.191-195, 1987.
2. BIRNIE, D. Ceramic Brackets. **British Journal of Orthodontics**, Oxford. v.17, p.71-75, 1990.
3. BISHARA, S. E. Ceramic Brackets: A Clinical Perspective. **World Journal of Orthodontics**, Chicago. v.4, p.61-66, 2003.
4. BISHARA, S. E.; FEHR, D. E. Ceramic brackets: Something old, something new, a review. **Seminars in Orthodontics**, Orlando. v. 3, n. 3, p. 178-188, Sep. 1997.
5. BRITTON, J. C.; MCLNNES, P.; WEINBERG, R.; LEDOUX, W. R.; RETIEF, D. H. Shear Bond strength of ceramic orthodontic brackets to enamel. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St Louis. v.98, n.4, p.348-353, 1990.
6. DOBRIN, R.J.; KAMEL, I. L.; MUSICH, D. R. Load-deformation characteristics of polycarbonate orthodontic brackets. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v.67, n.1, p.24-33, 1975.
7. FELDNER, J.C.; SARKAR, N. K.; SHERIDAN, J. J.; LANCASTER, D. M. *In vitro* torque-deformation characteristics of orthodontic polycarbonate brackets. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis. v.106, n.3, p.265-272, sep. 1994.
8. FERNANDEZ, L.; CANUT, J. A. *In vitro* comparison of the retention capacity of new aesthetic brackets. **European Journal of Orthodontics**, Oxford. v.21, n.1, p.71-77, 1999.
9. GHAFARI, J. Problems associated with ceramic brackets suggest limiting use to selected teeth. **The Angle Orthodontics**, Appleton. v.62, n.2, p.145-152, 1992.
10. GOTTLIEB, E. L.; NELSON, A. H.; VOGELS, D. S. Study of Orthodontic-Diagnosis and Treatment Procedures - Part 1- Results and Trends. **Journal of Clinical Orthodontics**, Boulder. v.25, n.3, p.145-156, Mar, 1991.
11. GUAN, G.; YAMAMOTO, T. T.; MIYAMOTO, M.; HATTORI, T.; ISHIKAWA, K.; SUZUKI, K. Shear bond strengths of orthodontic plastic brackets. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v.117, n.4, p.438-443, 2000.
12. HARDY, A. C. History of the design of the recording spectrophotometer. **Journal of the Optical Society of America Association**, Washington DC. v.28, n.10, p.360-364, Oct. 1938.

- 13.KARAMOUZOS, A.; ATHANASIOU, A. E.; PAPADOPOULOS, M. A. Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: a comprehensive review. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 112, n. 1, p. 34-40, 1997.
- 14.KEIM, R.G. Aesthetics in clinical orthodontic-periodontic interactions. **Periodontology** 2000, v.27, p.59-71, 2001.
- 15.KHAN, R.S.; HORROCKS, E.N. A study of adult orthodontic patients and their treatment. **British Journal of Orthodontics**, Oxford. v.18, n.3, p.183-194, Aug. 1991.
- 16.KWON, Y. H.; HUO, M. S.; KIM, K. H.; KIM, S. K.; KIM, Y. J. Effects of hydrogen peroxid on the light reflectance and morphology of bovine enamel. **Journal of Oral Rehabilitation**. v.29, n.5, p. 473-437, 2002.
- 17.MAGALHÃES, Rafaela Cristina Araújo. **Sistema adesivo autocondicionante aplicado em esmalte bovino – estudo microscópico e colorimétrico**, 2003, 129 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia - Ortodontia) - Rio de Janeiro: Universidade do Brasil – U.F.R.J., Faculdade de Odontologia.
- 18.MALTAGLIATI, L. A.; FERES, R.; FIGUEIREDO, M. A.; SIQUEIRA, D. F. Bráquetes estéticos – considerações clínicas. **Revista Clínica de Ortodontia Dental Press**, Maringá. v.5, n.3, p.89-95, 2006.
- 19.MCKIERNAN, E. X. F.; MCKIERNAN, F.; JONES, M. L. Psychological profiles and motives of adults seeking orthodontic treatment. **International Journal of Adult Orthodontic Orthognathic Surgery**. v.7, n.3, p.187-198, 1992.
- 20.NEWMAN, G.V. Adhesive and orthodontic plastic attachments. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v.56, p.573-588, 1969.
- 21.NEWMAN, G.V. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v.51, p. 901-912, 1965.
- 22.O`BRIEN, W. J. Colour and Appearance. In: **Dental Materials and their selection**. 3ª ed. São Paulo, Quintessence Books, 2002. Cap. 3, p. 24-36.
- 23.OLSEN, M. E.; BISHARA, S. E.; JAKOBSEN, J. R. Evaluation of the shear bond strength of different ceramic bracket base designs. **The Angle Orthodontics**, Appleton. v. 67, n. 3, p. 179-182, 1997.
- 24.PAUL, S.; PETER, A.; PIETROBON, N.; HÄMMERLE, C. H. F. Visual and Spectrophotometric Shade Analysis of Human Teeth. **Journal of Dental Research**, Chicago. v.81, n.8, p.578-582, 2002.
- 25.RESTON, G. R. Estética. In: BUSATO, A. L. S. e col. **Dentística: Restaurações em Dentes Anteriores**. 1ª ed. São Paulo: Artes Médicas, 1997. Cap. 2, p. 9-22.
- 26.RUSSELL, J.S. Aesthetic Orthodontic Brackets. **British Journal of Orthodontics**, Oxford. v.32, n.2, p.146-163, Jun. 2005.

- 27.SEGHI, R. R.; HEWLETT, E. R.; KIM, J. Visual and Colorimetric Assessments of Small Color Differences on Translucent Dental Porcelain. **Journal of Dental Research**, Chicago. v.68, n.12, p.1760-1764, Dec, 1989.
- 28.SEGHI, R. R.; JOHNSTON, W. M.; O´BRIEN, W. J. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. **Journal of Prosthetic Dentistry**, New York. v.56, n.1, p.35-40, Jul, 1986.
- 29.SINHA, P. K.; NANDA, R. S. Esthetic orthodontic appliances and bonding concerns for adults. **Dental Clinics of North America**, Orlando, v.41, n.1, p.89-109, Jan. 1997.
- 30.SWARTZ, M. L. Ceramic brackets. **Journal of Clinical Orthodontics**, Boulder, v. 22, n. 2, p. 82-88, 1988.
- 31.TOUATI, B. Transmissão de luz e cor. In: **Odontologia Estética e Restaurações Cerâmicas**. 1ª. ed. São Pulo: Editora Santos, 2000. Cap. 4, p.39-60.
- 32.WESTLAND, S. Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, Chapel Hill, v.15, n.s1, p.s5-s12.

*Adaptado do “Padrão de normalização”, do Sistema de Bibliotecas da PUC Minas, tendo por base as normas da ABNT 6023/2002.

ARTIGO I

BRÁQUETES ESTÉTICOS E PRINCÍPIOS DA COR: UMA REVISÃO

The foundations of color measurement and perception and esthetic brackets: a review of the literature

Bruna Coser Guignone¹, Dauro Douglas Oliveira², Rodrigo Villamarim Soares³.

Resumo: Atualmente, a busca por uma melhor estética facial e dentária constitui o principal motivo pelo qual os pacientes adultos procuram o tratamento ortodôntico. Dessa forma, a necessidade de uma aparência estética mais agradável dos aparelhos ortodônticos foi reforçada. A partir daí, a combinação de uma estética aceitável pelo paciente assim como de um ótimo desempenho clínico para o ortodontista, tornou-se o principal objetivo da indústria ortodôntica, que se esforçou para suprir tais necessidades. Surgiram assim os bráquetes estéticos, plásticos e cerâmicos. Dentre todas as características clínicas dos bráquetes estéticos, as propriedades ópticas são as menos estudadas diretamente, apesar de constituírem a principal vantagem desses bráquetes em relação aos acessórios metálicos. Tendo em vista que a maior preocupação em relação aos materiais ortodônticos estéticos está relacionada ao seu manchamento por pigmentos corantes, o conhecimento dos princípios da cor e sua mensuração é também de grande interesse para o ortodontista. Dessa forma, o objetivo deste artigo é oferecer ao ortodontista conhecimentos a respeito dos bráquetes estéticos assim como informações importantes relacionadas ao manchamento desses acessórios, além dos princípios da cor e meios para mensurá-la. O conhecimento mais detalhado desses novos materiais é importante para que o ortodontista possa utilizá-los com consciência de suas limitações, aproveitando suas qualidades por meio de certos cuidados clínicos.

Palavras-chave: Estética, Ortodontia, estabilidade de cor.

1. Aluna do Mestrado em Ortodontia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG.

2. Mestre em Ortodontia Marquette University – Milwaukee – EUA.
Doutor em Ortodontia pela FO/UFRJ – Rio de Janeiro/RJ.
Coordenador do Mestrado em Ortodontia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG.

3. Doutor em Biologia Oral pela Boston University.
Professor Adjunto de Periodontia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG.

INTRODUÇÃO

A Ortodontia tem como objetivos fundamentais alcançar eficiência funcional, estética facial e dentária, saúde periodontal, além da estabilidade dos resultados do tratamento. Entre estes, a busca pela melhora estética é o principal motivo pelo qual os pacientes procuram o tratamento ortodôntico^{22,26}.

Quanto à estética, a principal dificuldade encontrada é exatamente a definição de seu termo. Apesar de ser definida como o estudo que determina o caráter do belo nas produções artísticas ou a beleza física, pode-se considerar como estético aquilo que possui características de beleza, o que é belo e harmonioso³. Divergindo das várias definições clássicas, podemos também considerar estético aquilo que mais se assemelha ao natural. Na Odontologia, isso significa que, quanto mais uma restauração se assemelhar ao dente natural, mais estética ela será. Esse mesmo conceito pode ser aplicado aos bráquetes estéticos, pois estes foram desenvolvidos para simular a cor natural dos dentes.

A aplicação dos conceitos estéticos na Odontologia atual só foi possível com a evolução dos materiais e das técnicas odontológicas, por meio do sistema adesivo²⁹. Isso também vale para a Ortodontia, visto que, a utilização de resinas epóxicas associada à técnica de condicionamento ácido do esmalte foi o marco inicial no desenvolvimento do aparelho ortodôntico estético, o que levou à tentativa de substituição da cimentação de bandas pela colagem direta de bráquetes²³.

Atualmente, devido à grande procura por tratamentos ortodônticos pelos pacientes adultos, a necessidade de uma aparência estética mais agradável dos aparelhos ortodônticos foi reforçada¹⁹. Dois fatores são considerados os principais desmotivadores da realização do tratamento ortodôntico pelos pacientes adultos: o tempo prolongado de tratamento e a aparência anti-estética dos bráquetes⁸. Portanto, a combinação de uma estética aceitável pelo paciente e de um bom desempenho clínico para o ortodontista se tornou um dos principais objetivos da indústria ortodôntica. Entre esses materiais, se encontram os bráquetes estéticos, plásticos e cerâmicos. O conhecimento desses novos materiais pelo ortodontista é importante para que ele possa utilizá-los com consciência de suas limitações, aproveitando suas qualidades por meio de certos cuidados clínicos.

Na década de 70, surgiram os primeiros bráquetes estéticos de policarbonato, os quais possibilitaram uma melhora relevante na aparência do aparelho ortodôntico²³. Posteriormente, em 1986, passaram a ser comercializados as primeiras versões dos bráquetes cerâmicos, que se tornaram uma alternativa estética ainda melhor do que os acessórios de policarbonato⁴. Entre todas as características dos bráquetes estéticos, as propriedades ópticas são as menos estudadas diretamente, apesar de constituírem a principal vantagem desses bráquetes em relação aos acessórios metálicos. Isso reflete uma situação preocupante, visto que, esses acessórios podem sofrer alterações em suas propriedades ópticas no ambiente bucal devido ao seu manchamento por substâncias corantes presentes em alimentos e bebidas^{5,6,12,13,17,26}. Essa questão torna-se de grande interesse para o ortodontista, na medida em que os pacientes exigem aparelhos ortodônticos cada vez menos aparentes e mais estáveis em relação à cor.

Tendo em vista que a maior preocupação em relação aos materiais ortodônticos estéticos está relacionada ao seu manchamento por pigmentos corantes, o conhecimento dos princípios da cor, bem como de sua mensuração tornam-se de interesse para o ortodontista.

Portanto, o objetivo deste artigo é revisar os conhecimentos a respeito dos bráquetes estéticos, apresentando informações importantes sobre o manchamento desses acessórios, além dos princípios da cor e meios para mensurá-la.

REVISÃO DE LITERATURA

A cor e sua mensuração

A percepção da cor é uma sensação puramente subjetiva²⁷, originada em uma porção específica do cérebro, que é possível devido à especialização de certas células, bastonetes e cones, distribuídos sobre a retina³⁶.

A percepção das cores é um pré-requisito para a apreciação estética, da mesma forma que o exame visual é para a investigação clínica normal, sendo resultado da atividade de um dos cinco sentidos do ser humano: a visão³⁰. Tal percepção ocorre como resultado do padrão de resposta óptica e cerebral sobre uma faixa muito estreita do espectro eletromagnético, dependendo tanto de

fenômenos objetivos, como de subjetivos³⁶. Os olhos possuem receptores para luz que, transformada num estímulo enviado pelos nervos ao cérebro, origina a percepção da cor, que é diferente para todas as pessoas com visão normal, as quais representam aproximadamente 96% da população²⁰.

A cor é explicada, fisicamente, em função da luz, não sendo possível sua visualização no escuro. Além disso, a cor da luz incidente sobre o objeto tem influência na cor percebida. Portanto, a cor de um objeto é determinada por uma complexa interação entre ele e a luz incidente^{28,37}. A luz, por sua vez, é uma forma de energia, que se manifesta em ondas eletromagnéticas, caracterizadas por dois parâmetros diferentes: comprimento de onda e amplitude. A variação de comprimentos de onda entre 380-760 nm pode ser perfeitamente discernível ao olho humano. O homem distingue facilmente as cores violeta, azul, verde, amarela, laranja e vermelha, mas encontra dificuldade para estabelecer os limites claros entre as diferentes nuances³⁶.

A luz resultante da faixa de 400 a 490 nm, aproximadamente, causa sensação da cor azul; de 490 a 570 nm, da cor verde; de 570 a 580 nm, da cor amarela; de 580 a 610 nm, da cor laranja; e de 610 a 700 nm, da cor vermelha. Quando a energia de todos os comprimentos de ondas visíveis é misturada em iguais quantidades, o estímulo resultante causa percepção da cor branca²⁰.

A colorimetria é o ramo da ciência da cor que determinou numericamente a cor refletida por um objeto assim como a diferença entre as cores de dois objetos julgados diferentes³².

A cor pode ser avaliada através de meios visuais ou instrumentais. A avaliação visual da cor consiste no resultado de respostas fisiológicas e psicológicas. Dessa forma, alterações na percepção da cor podem ocorrer como resultado de uma série de fatores incontrolláveis como fadiga, idade, estado emocional e metamerismo. Já a avaliação instrumental da cor possui a vantagem de eliminar algumas das variáveis incontrolláveis encontradas na avaliação visual. O desenvolvimento da óptica eletrônica e da tecnologia digital estão tornando as técnicas instrumentais de avaliação da cor mais apropriadas para uma série de aplicações, como pesquisas envolvendo cores, controle de qualidade de produtos, além da identificação, avaliação e seleção de materiais³¹.

Vários métodos de quantificação da cor foram desenvolvidos para possibilitar sua expressão numérica³¹. Existem dois tipos principais de instrumentos para medir

a cor de superfícies: colorímetros e espectrofotômetros²⁵. Até a criação do primeiro espectrofotômetro em 1928, as cores eram descritas através de difíceis fórmulas¹⁶. Desde então, há uma concordância a respeito da descrição das cores através de números, já que computadores combinados a instrumentos de medição de cor, possibilitam essa mensuração de forma específica através de sistemas simples de serem utilizados²⁰.

Nesse sentido, os colorímetros medem a quantidade de luz refletida por um objeto de modo semelhante àquele pelo qual a luz é percebida pelos olhos, ou seja, baseado em sensores que detectam a quantidade de brilho, verde, vermelho, amarelo e azul da amostra, os valores triestímulos (L^* , a^* e b^*), através de um sistema de filtros²⁰.

Espectrofotômetros são instrumentos utilizados para realizar a mensuração da quantidade de luz refletida, em cada comprimento de onda, por uma amostra iluminada com luz policromática e difusa. Ao passar pelo prisma, esta luz sofre difração e os componentes monocromáticos chegam aos detectores espectrais, que enviam um sinal correspondente à energia relativa recebida naquele comprimento de onda. A partir desses dados, o fator de reflectância é registrado e os valores triestímulos (L^* , a^* e b^*) são calculados¹⁶. Portanto, o funcionamento desse aparelho consiste basicamente em iluminar a amostra com luz branca e calcular a quantidade de luz refletida em diferentes intervalos de comprimentos de onda.

Tendo em vista a necessidade de se quantificar a cor através dos instrumentos acima citados, foram desenvolvidos sistemas utilizados para descrever os parâmetros da cor dos objetos.

O sistema de cor de Munsell estabelece três dimensões para a cor: matiz, croma e valor. O matiz representa a definição da cor associada aos comprimentos de onda da luz visível. O croma é a medida da intensidade do matiz, ou ainda, o seu grau de saturação. Já o valor é a variação de brilho que um matiz apresenta, dependendo diretamente da tonalidade de cinza^{25,29}.

Outro sistema muito utilizado para a identificação numérica da cor é o Sistema de avaliação colorimétrica de acordo com a *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE), que utiliza três parâmetros (L^* , a^* e b^*) para a definição da cor⁹. Na escala de cor *CIELAB*, L^* é a medida do brilho do objeto e é quantificada em uma escala onde o preto apresenta um valor de L^* igual a zero e a luz totalmente refletida um valor de L^* igual a 100. Por outro lado, a^* é a medida da quantidade de vermelho

(+a*) e verde (- a*) e b* a quantidade de amarelo (+ b*) e azul (- b*). Esses valores próximos de zero representam cores neutras. Uma única alteração em cada um dos três parâmetros da cor é percebida de forma similar. A alteração de cor (ΔE^*) nesse sistema é definida pela fórmula $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$, onde ΔL^* , Δa^* e Δb^* são a diferença entre os parâmetros de cor CIE $L^*a^*b^*$ entre duas amostras ou entre dois tempos na mesma amostra. Valores de ΔE^* são utilizados para comparação entre cores de dentes e restaurações, assim como cores de uma mesma amostra em tempos diferentes, avaliando se a amostra sofreu alteração de cor com o tempo²⁵.

A cor de um objeto pode ser modificada por fatores diferentes do matiz e do croma. O valor de uma cor está diretamente relacionado com o grau de opacidade, translucidez e transparência da estrutura²⁹. Sendo assim, a compreensão desses conceitos é de grande importância para a avaliação da cor.

Opacidade é a propriedade que impede a passagem de luz através de um objeto. Translucidez é aquela que permite essa passagem com algum grau de distorção, enquanto transparência é aquela que permite a passagem de luz com pouca ou nenhuma distorção, favorecendo a visão através do material^{25,29}.

Para compreender melhor a percepção das cores é importante também o conhecimento de fenômenos físicos como: reflexão, refração, transmissão, dispersão e fluorescência. A impressão causada pelo fenômeno de reflexão da luz sobre um objeto depende de sua textura superficial. Enquanto na superfície lisa esse fenômeno proporciona uma reflectância especular com um aspecto brilhante, na superfície rugosa o aspecto é opaco já que ocorre uma reflectância difusa e a luz é refletida em todas as direções. Na refração ocorre uma alteração na direção de um feixe luminoso que penetra no segundo meio devido à diferença entre os índices de refração entre os dois meios atravessados pela luz. O fenômeno de transmissão também depende da rugosidade superficial e, em superfícies rugosas, origina a transmissão difusa proporcionando uma aparência translúcida ao objeto. Por fim, a dispersão é um fenômeno que depende da presença de centros de dispersão no material como opacificadores e bolhas de ar, que fazem com que a luz irradie em todas as direções. Quanto maior a dispersão, maior a opacidade da superfície^{25,36}.

Portanto, a aparência de uma superfície é uma combinação de todos esses fenômenos: a reflexão proporciona o brilho, a refração representa a entrada da luz

no interior do material, a transmissão determina a translucidez e a dispersão, a opacidade da estrutura.

Bráquetes Estéticos

A frequência de pacientes adultos nos consultórios de Ortodontia é cada vez maior. Diversos motivos já foram enumerados para justificar esse fenômeno, entre eles, a modernização dos aparelhos ortodônticos, a conscientização por parte da sociedade das vantagens estéticas e funcionais deste tratamento além do aumento da exigência estética entre os adultos que, atualmente, tem uma vida social, afetiva e profissional ativas até a senilidade⁸.

A utilização de bráquetes estéticos tem indicação na Ortodontia, principalmente em pacientes que refutam a colocação do aparelho, devido à aparência indesejável dos bráquetes metálicos. Assim, em função da crescente demanda por aparelhos estéticos, os fabricantes de materiais ortodônticos tem buscado oferecer alternativas de produtos estéticos, desenvolvendo tecnologias que visam também a melhoria das características mecânicas e eficiência desses aparelhos²¹.

Assim, vem sendo desenvolvidas novas técnicas ortodônticas, como os alinhadores transparentes e a Ortodontia lingual. Entretanto, comparados a esses materiais, os bráquetes estéticos são os mais viáveis economicamente e permitem a realização de um procedimento ortodôntico convencional²¹.

A utilização de resinas epóxicas associada à técnica de condicionamento ácido do esmalte foi o marco inicial no desenvolvimento do aparelho ortodôntico estético, o que levou à tentativa de substituição da cimentação de bandas pela colagem direta de bráquetes²⁴.

Com a evolução da técnica, ocorreu uma progressiva substituição do aparelho com bandas cimentadas em todos os dentes por aquele com bráquetes colados diretamente na superfície do esmalte. A partir de então, uma maior eficiência estética era atingida com a fabricação de bráquetes de menores dimensões¹⁸.

Na década de 70, surgiram os primeiros bráquetes estéticos de policarbonato, os quais possibilitaram uma melhora relevante na aparência do aparelho ortodôntico²³. Entretanto, a limitação do desempenho clínico dos primeiros aparelhos estéticos comprometeu tanto os ortodontistas, diminuindo a eficiência de seus

tratamentos, como os pacientes, que sofreram um aumento do tempo e do custo da terapia. Posteriormente, em 1986, passaram a ser comercializados as primeiras versões dos bráquetes cerâmicos, que se tornaram uma alternativa estética ainda melhor do que os acessórios de policarbonato⁴. Entre 1986 e 1990, o uso de acessórios cerâmicos, nos tratamentos com aparelhos estéticos, aumentou de 5,6% para 88,2%, enquanto o uso dos de policarbonato diminuiu de 57,8% para 24,3%¹⁴.

No entanto, apesar de terem alcançado o objetivo estético, o comportamento clínico desses novos aparelhos ainda apresentava desvantagens quando comparados aos bráquetes metálicos tradicionais³⁴.

O primeiro bráquete não metálico foi apresentado por Newman, 1969, quando publicou um estudo de colagem de bráquetes estéticos de policarbonato, manufaturados através de um processo de injeção de moldes do material plástico na forma do bráquete específico, apresentando precisão suficiente para reproduzir pequenos detalhes requisitados²³.

O policarbonato é um polímero de alta dureza, próxima do aço, sendo por essa razão o material eleito como matéria-prima dos primeiros bráquetes estéticos. Suas propriedades físicas e características, que permitiram sua aplicabilidade clínica são: atoxicidade, resistência considerável à abrasão e ao impacto, além de coloração e translucidez adequadas. Tratava-se, ainda, de um material inodoro e insípido²³. No entanto, apesar de oferecerem estética favorável, apresentavam diversos problemas que continuam, ainda hoje, sem solução.

Entre as características desfavoráveis que comprometem o desempenho clínico dos bráquetes de policarbonato, estão o seu desgaste excessivo, baixa capacidade de expressão de torque, baixa adesão, alta fricção e sua instabilidade estrutural, principalmente após a inserção de dobras de 3ª ordem^{10,15}. Além disso, destaca-se a ocorrência de manchamento durante o tratamento e a conseqüente instabilidade de cor, devido à alta capacidade de absorção de água¹².

Na tentativa de solucionar os problemas de deformação e descoloração, sua composição original foi modificada, com a incorporação de canaleta de metal para diminuir o atrito e a incorporação de reforços com partículas de cerâmica e vidro¹¹.

Mesmo reforçados, os bráquetes estéticos de policarbonato, ainda apresentam inconvenientes decorrentes de sua composição plástica básica, tais como descoloração, deformação e desgastes, ainda que menores que os da geração anterior^{11,12,21,26}. Apesar disso, estudos sobre o comportamento dos

bráquetes plásticos têm sido limitados, não obstante a importância desses dispositivos na clínica ortodôntica.

Nos anos 80 foram introduzidos os bráquetes cerâmicos, que apresentavam algumas vantagens em relação aos plásticos, entre elas: maior capacidade de expressão de torque e maior estabilidade de cor, sendo inertes aos fluidos orais^{7,26,35}. Entretanto, algumas características se apresentam indesejáveis, como sua alta friabilidade, o maior atrito com os fios ortodônticos, possibilidade de causar desgastes em dentes antagonistas ou lesões no esmalte durante a remoção das primeiras gerações desses bráquetes, além de possuírem uma estrutura mais volumosa que a dos bráquetes metálicos^{2,13}.

Os bráquetes cerâmicos são compostos de óxido de alumínio, podendo ser de dois tipos de acordo com a sua técnica de fabricação: alumina policristalina ou monocristalina. A principal diferença entre essas duas estruturas é a claridade óptica, sendo a monocristalina mais clara e translúcida do que a policristalina, devido ao maior tamanho dos grãos cerâmicos e ao menor número de impurezas presentes em sua constituição³⁵.

Apesar dos bráquetes cerâmicos possuírem uma vantagem estética definitiva sobre os acessórios metálicos e plásticos, seus resultados não são absolutos, visto que alguns bráquetes policristalinos podem manchar¹⁷. Isso, provavelmente se deve a hábitos dietéticos comuns na sociedade contemporânea, como o uso excessivo de bebidas contendo cafeína, a hábitos de higiene com o uso de certos enxaguatórios bucais contendo flúor, o uso de batons, bem como o tipo de resina utilizada na colagem do bráquete³⁵. Apesar da escassa evidência científica, a literatura cita que tanto os bráquetes policristalinos quanto os monocristalinos resistem ao manchamento ou a descoloração por qualquer substância química como as encontradas no meio bucal^{1,26,33,35}.

Apesar da estética ser a grande vantagem dos novos materiais utilizados na Ortodontia, ela não é completa, visto que bráquetes estéticos ainda enfrentam o desafio de manter a estabilidade de cor no meio bucal. Essa questão faz parte da maioria das dúvidas e questionamentos feitos pelos pacientes em relação ao uso desse tipo de aparelho e representa um dos principais desafios da indústria de materiais ortodônticos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento dos princípios da cor e de sua mensuração é de grande interesse para o ortodontista, visto que esses aspectos estão diretamente relacionados aos aparelhos ortodônticos estéticos, cuja cor representa seu principal diferencial.

Mais estudos dos fatores que interferem na estabilidade de cor dos materiais utilizados na Ortodontia deveriam ser realizados, visto que a demanda por aparelhos menos aparentes aumenta progressivamente. Assim, a indústria ortodôntica poderia desenvolver materiais com maior estabilidade de cor, o que aumentaria a satisfação do profissional e do paciente.

A escolha de um material estético com maior estabilidade de cor é um fator que deveria ser levado em conta no momento da escolha do bráquete pelo ortodontista.

Abstract - The main reason why patients seek for orthodontic care is to obtain an improvement in their dental and facial esthetics. An increasing number of patients especially the adults have been also demanding for more socially acceptable appliances than the conventional metallic brackets. Therefore, the manufacturers of orthodontic products have released in the market various types of ceramic and plastic brackets. Although the color of these accessories is their major advantage over metallic appliances, this property is the least investigated and most often neglected by orthodontists. Since the goal while choosing a certain type of esthetic appliance is to match the color of the patient's teeth and to maintain the similarity throughout the treatment, a better understanding of the optical properties of these materials should be of interest for orthodontists. The purpose of this article is to present a brief review of the literature about the optical concepts that are needed to better understand the optical properties of the esthetic brackets commonly used in contemporary orthodontics.

Key words: Esthetics, orthodontics, optical properties, color stability.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AKNIN, P. C.; NANDA, R. S.; DUNCANSON JR, M. G.; CURRIER, G. F.; SINHA, P. K. Fracture strength of ceramic brackets during arch wire torsion. **Am J Orthod Dentofacia Orthop**, St. Louis, v.109, n.1, p.22-27, Jan. 1996.
2. ARICI, S.; REGAN, D. Alternatives to Ceramic Brackets: the Tensile Bond Strengths of Two Aesthetic Brackets Compared *Ex Vivo* with Stainless Steel Foil-mesh Brackets Bases. **Br J Orthod**, Oxford, v.24, n.2, p.133-137, 1997.
3. BARATIERI, L. N.; CHAIN, M. C. Estética em posteriores. In: Série EAP-APCD-Artes Médicas, **Restaurações Estéticas com Resinas Compostas em Dentes Posteriores**. 1ª ed. São Paulo: Editora Artes Médicas Ltda., 1998. p. 2-7.
4. BIRNIE, D. Ceramic Brackets. **Br J Orthod**, Oxford, v.17, p.71-75, 1990.
5. BISHARA, S. E.; FEHR, D. E. Ceramic brackets: Something old, something new, a review. **Semin Orthod**, Orlando, v. 3, n. 3, p. 178-188, Sep. 1997.
6. BISHARA, S. E. Ceramic Brackets: A Clinical Perspective. **World J Orthod**, Chicago, v.4, p.61-66, 2003.
7. BRITTON, J. C.; MCLNNES, P.; WEINBERG, R., LEDOUX, W. R.; RETIEF, D. H. Shear Bond strength of ceramic orthodontic brackets to enamel. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St Louis. v.98, n.4, p.348-353, 1990.
8. CAPELOZZA FILHO, L.; BRAGA, S. A.; CAVASSAN, A. O.; OZAWA, T. O. Tratamento Ortodôntico em Adultos: uma Abordagem Direcionada. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 6, n. 5, p. 63-80, Set./Out. 2001.
9. *Commission Internationale de l'Eclairage* - CIE (1985): Colorimetry, Official Recommendations of the International Commission on Illumination, 2nd ed., Publication CIE No. 15.2 (TC-1.3), Paris, France: *Bureau Central de la CIE*.
10. DOBRIN, R.J.; KAMEL, I. L.; MUSICH, D. R. Load-deformation characteristics of polycarbonate orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.67, n.1, p.24-33, 1975.
11. FELDNER, J.C.; SARKAR, N. K.; SHERIDAN, J. J.; LANCASTER, D. M. *In vitro* torque-deformation characteristics of orthodontic polycarbonate brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis. v.106, n.3, p.265-272, sep. 1994.
12. FERNANDEZ, L.; CANUT, J. A. *In vitro* comparison of the retention capacity of new aesthetic brackets. **Eur J Orthod**, Oxford, v.21, n.1, p.71-77, 1999.
13. GHAFARI, J. Problems associated with ceramic brackets suggest limiting use to selected teeth. **Angle Orthod**, Appleton, v.62, n.2, p.145-152, 1992.

14. GOTTLIEB, E. L.; NELSON, A. H.; VOGELS, D. S. Study of Orthodontic-Diagnosis and Treatment Procedures - Part 1- Results and Trends. **J Clin Orthod**, Boulder, p.145-156, Mar, 1991.
15. GUAN, G.; YAMAMOTO, T. T.; MIYAMOTO, M.; HATTORI, T.; ISHIKAWA, K.; SUZUKI, K. Shear bond strengths of orthodontic plastic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.117, n.4, p.438-443, 2000.
16. HARDY, A. C. History of the design of the recording spectrophotometer. **J Opt Soc Am A**, Washington DC, v. 28, n. 10, p. 360-364, Oct. 1938.
17. KARAMOUZOS, A.; ATHANASIOU, A. E.; PAPADOPOULOS, M. A. Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: a comprehensive review. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 112, n. 1, p. 34-40, 1997.
18. KEIM, R.G. Aesthetics in clinical orthodontic-periodontic interactions. **Periodontol 2000**, v.27, p.59-71, 2001.
19. KHAN, R.S.; HORROCKS, E.N. A study of adult orthodontic patients and their treatment. **Br J Orthod**, Oxford, v.18, n.3, p.183-194, Aug. 1991.
20. MAGALHÃES, R. C. A. **Sistema adesivo autocondicionante aplicado em esmalte bovino - estudo microscópico e colorimétrico**. 2003. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.
21. MALTAGLIATI, L. A.; FERES, R.; FIGUEIREDO, M. A.; SIQUEIRA, D. F. Bráquetes estéticos – considerações clínicas. **Rev Clín Ortodon Dental Press**, Maringá. v.5, n.3, p.89-95, Jun./Jul, 2006.
22. MCKIERNAN, E. X. F.; MCKIERNAN, F.; JONES, M. L. Psychological profiles and motives of adults seeking orthodontic treatment. **Int J Adult Orthod Orthognat Surg**, v.7, n.3, p.187-198, 1992.
23. NEWMAN, G.V. Adhesive and orthodontic plastic attachments. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.56, p.573-588, 1969.
24. NEWMAN, G.V. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.51, p. 901-912, 1965.
25. O'BRIEN, W. J. Colour and Appearance. In: **Dental Materials and their selection**. 3ª ed. São Paulo: Quintessence Books, 2002. p. 24-36.
26. OLSEN, M. E.; BISHARA, S. E.; JAKOBSEN, J. R. Evaluation of the shear bond strength of different ceramic bracket base designs. **Angle Orthod**, Appleton, v. 67, n. 3, p. 179-182, 1997.
27. PAUL, S., PETER A., PIETROBON, N., HÄMMERLE, C. H. F. Visual and Spectrophotometric Shade Analysis of Human Teeth. **J Dent Res**, Chicago, v.81, n.8, p.578-582, 2002.

28. PHILLIPS, R. W.; ANUSAVICE, K. J. *et al.* Propriedades físicas dos materiais dentários. In: **Materiais Dentários**. 10^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. Cap. 3, p. 18-27.
29. RESTON, G. R. Estética. In: BUSATO, A. L. S. e col. **Dentística: Restaurações em Dentes Anteriores**. 1^a ed. São Paulo: Artes Médicas, 1997. Cap. 2, p. 9-22.
30. RUFENACHT, C. R. Introdução à estética. In: **Fundamentos de Estética**. 1^a ed. São Paulo: Quintessence Editora Ltda., 1998. Cap. 1, p. 11-31.
31. SEGHI, R. R.; HEWLETT, E. R.; KIM, J. Visual and Colorimetric Assessments of Small Color Differences on Translucent Dental Porcelain. **J Dent Res**, Chicago, v.68, n.12, p.1760-1764, Dec, 1989.
32. SEGHI, R. R.; JOHNSTON, W. M.; O'BRIEN, W. J. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. **J Prosthet Dent**, New York, v.56, n.1, p.35-40, Jul, 1986.
33. SINHA, P. K.; NANDA, R. S. Esthetic orthodontic appliances and bonding concerns for adults. **Dent Clin North Am**, Orlando, v.41, n.1, p.89-109, Jan. 1997.
34. SOBREIRA, C.R., LORIATO, L. B., OLIVEIRA, D. D. Bráquetes Estéticos: Características e Comportamento Clínico. **Rev Clín Ortod Dental Press**, Maringá, v.6, n.4, p.50-57, Ago/Set. 2007.
35. SWARTZ, M. L. Ceramic brackets. **J Clin Orthod**, Boulder, v. 22, n. 2, p. 82-88, 1988.
36. TOUATI, B. Transmissão de Luz e Cor. In: **Odontologia: estética e restaurações cerâmicas**. 1^a ed. São Paulo: Livraria e Editora Santos, 2000. Cap. 4, p.39-60.
37. WANDELL, B. A. **The Foundations of color Measurements and Color Perception**. Tutorial, pp. 30, Department of Psychology - Stanford University, Stanford - CA - USA, 20 March 1996.

ARTIGO II

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA ESTABILIDADE DE COR DE BRÁQUETES CERÂMICOS IMERSOS EM SOLUÇÕES POTENCIALMENTE CORANTES

Color stability of ceramic brackets after immersion in different drinks: an *in vitro* comparison

Bruna Coser Guignone¹, Dauro Douglas Oliveira², Rodrigo Villamarim Soares³.

Introdução: Os bráquetes cerâmicos surgiram com o propósito de superar algumas das características deficientes dos bráquetes plásticos, como a instabilidade de cor. O objetivo deste estudo foi avaliar, *in vitro*, a estabilidade de cor de cinco tipos de bráquetes cerâmicos após imersão em soluções potencialmente corantes.

Metodologia: Os bráquetes foram divididos em quatro grupos de acordo com as soluções nas quais ficaram imersos (café, vinho tinto, Coca-Cola® e saliva artificial). As possíveis alterações cromáticas provocadas pelas soluções foram avaliadas através de um espectrofotômetro de reflectância em cinco tempos distintos. Os resultados foram submetidos à avaliação estatística através da Análise de Perfis Multivariados de Médias, a Análise de Variância (ANOVA) e o teste *t* para amostras independentes e pareadas ao nível de 5% de significância. **Resultados:** O tempo foi significativo para a alteração de cor de todos os bráquetes, embora nem sempre percebidas visualmente, e seus comportamentos variaram de acordo com a solução em que estavam imersos. Entretanto, dentro de uma mesma solução, os bráquetes evoluíram de maneira similar, porém com ganhos diferenciados em relação à alteração de cor. **Conclusões:** Podemos afirmar que tais soluções, assim como o tempo de imersão dos bráquetes nas mesmas, foram significantes na alteração de cor desses acessórios.

Palavras-chave: bráquetes cerâmicos, soluções corantes, estabilidade de cor.

1. Aluna do Mestrado em Ortodontia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG.

2. Mestre em Ortodontia Marquette University – Milwaukee – EUA.
Doutor em Ortodontia pela FO/UFRJ – Rio de Janeiro/RJ.
Coordenador do Mestrado em Ortodontia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG.

3. Doutor em Biologia Oral pela Boston University.
Professor Adjunto de Periodontia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG.

INTRODUÇÃO

Atualmente, devido à grande procura por tratamentos ortodônticos pelos indivíduos adultos, a necessidade de uma aparência estética agradável dos aparelhos ortodônticos foi reforçada¹. A indústria ortodôntica, dessa forma, investiu na produção de materiais mais estéticos, procurando atender as expectativas tanto dos pacientes, quanto dos ortodontistas^{2,3}.

A partir da década de 70, surgiram os primeiros bráquetes estéticos plásticos, os quais significaram uma melhora relevante na aparência do aparelho ortodôntico⁴. No entanto, apesar de terem alcançado o objetivo estético, o comportamento clínico desses acessórios plásticos ainda apresentava desvantagens quando comparados aos bráquetes metálicos tradicionais como a distorção do *slot*, com a conseqüente baixa capacidade de expressão de torque e o manchamento devido à absorção de água apresentada por esse material^{5,6,7}.

Os bráquetes fabricados com cerâmica policristalina e com safira monocristalina tornaram-se disponíveis na década de 80^{5,8}. Esses acessórios combinaram a estética dos bráquetes plásticos e a qualidade dos metálicos tradicionais, apresentando algumas vantagens quando comparados aos plásticos, dentre elas: a alta capacidade de expressão de torque e a estabilidade de cor, sendo inertes aos fluidos orais^{5,6,9}.

Entretanto, algumas características ainda se apresentavam indesejáveis como sua alta friabilidade, o elevado atrito com os fios ortodônticos, a possibilidade de causar desgastes em dentes antagonistas e o grande risco de ocorrerem danos à estrutura do esmalte durante a remoção das primeiras gerações desses bráquetes¹⁰. Dentre todas as características do desempenho clínico dos bráquetes cerâmicos, as propriedades ópticas são as menos estudadas diretamente, apesar de constituírem a grande vantagem desses bráquetes em relação aos acessórios metálicos¹¹. A falta de estudos relacionados a essas propriedades pode estar associada a dificuldades técnicas na mensuração da cor dos bráquetes, já que a geometria desses acessórios pode comprometer uma mensuração de cor acurada com um espectrofotômetro ou colorímetro¹².

Alguns bráquetes cerâmicos policristalinos, que representam a maioria dos bráquetes cerâmicos utilizados pelos ortodontistas, podem ter sua coloração afetada

por pigmentos corantes oriundos da alimentação^{1,2,10,11}, mesmo apresentando resistência ao manchamento e à descoloração, quando comparados aos bráquetes plásticos, por serem quimicamente inertes aos fluidos orais^{5,6,9}.

Existem controvérsias sobre a estabilidade de cor dos bráquetes cerâmicos tendo em vista que alguns autores sugerem que esta exista^{5,6,9,12,13,14} e outros indiquem que o manchamento destes pode ocorrer^{1,2,10,11}. É importante ressaltar que, em ambos os casos, os estudos citados basearam-se em critérios subjetivos para as afirmações em relação à estética e estabilidade de cor dos bráquetes cerâmicos.

Motivado pelas dúvidas levantadas a partir da literatura ortodôntica, assim como pela ausência de evidência científica comprovando a real estabilidade de cor dos bráquetes cerâmicos frente aos pigmentos corantes dos alimentos, o objetivo deste estudo foi avaliar possíveis alterações de cor provocadas por soluções potencialmente corantes em bráquetes cerâmicos.

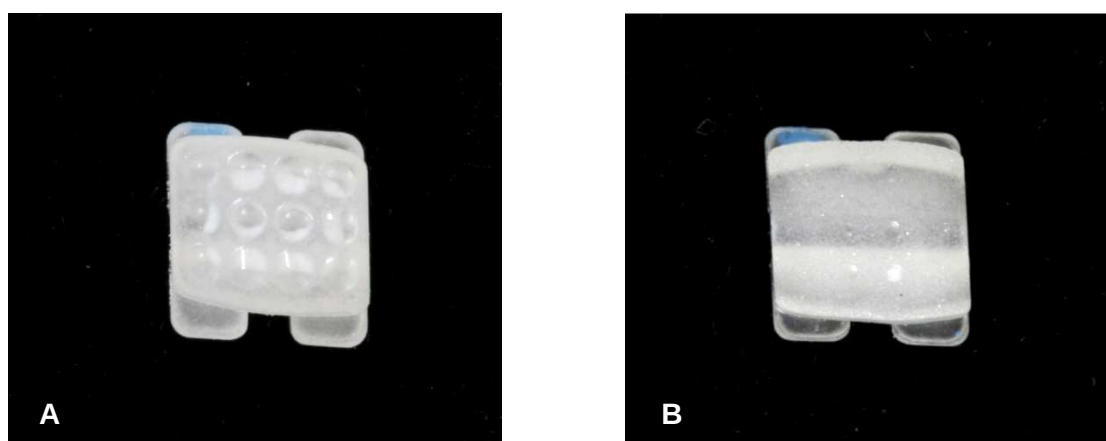
MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da amostra:

Cinco tipos de bráquetes cerâmicos de incisivos centrais superiores foram testados, sendo vinte e quatro bráquetes de cada tipo (Tabela I). No preparo da amostra, os bráquetes tiveram suas bases desgastadas com o auxílio de uma politriz (KNUTH-ROTOR[®], Struers, Dinamarca) sob irrigação com lixas d'água de granulometria 180 (Doble A[®], Abrasivos Argentinos S.A.I.C, Argentina) até que fosse obtida, visualmente, uma superfície plana em suas bases (Figura 1A e B). Após esse procedimento, os mesmos foram limpos com acetona.

Tabela I: Bráquetes cerâmicos.

Marca comercial	Código	Composição	Fabricante
Clarity	CLY	Alumina Policristalina, canaleta em aço inoxidável	3M Unitek, Monrovia, Califórnia, EUA
Transcend	TRD	Alumina Policristalina	3M Unitek, Monrovia, Califórnia, EUA
Radiance	RAD	Alumina Monocristalina	American Orthodontics, Sheboygan, Wisconsin, EUA
Mystique	MYS	Alumina Policristalina	GAC International Inc., Bohemia, Nova York, EUA
Luxi II	LUX	Alumina Policristalina, canaleta em ouro	Rocky Mountain Orthodontics, Denver, Colorado, EUA

**Figura 1:** A- Bráquete com base íntegra, B- Bráquete com base desgastada.**Soluções corantes:**

Foram utilizadas como soluções corantes, vinho tinto (Miolo Terranova 2006®, Casa Nova, Brasil), café (Três Corações®, Rio Grande do Norte, Brasil) e Coca-Cola® (Coca-Cola®, Belo Horizonte, Brasil). Cada uma dessas soluções foi distribuída em cinco pequenos recipientes (Figura 2), de forma que cada recipiente armazenasse seis bráquetes do mesmo tipo (Figura 4). Os recipientes foram armazenados em temperatura ambiente e em local escuro, para eliminar a interferência da luz. As soluções foram trocadas a cada 24 horas.

Coleta dos dados:

Cada um dos tipos de bráquetes testados foram divididos em quatro grupos de acordo com a solução em que ficaram imersos (Tabela II; Figura 3), sendo que cada grupo apresentava seis bráquetes de cada tipo, totalizando 30 bráquetes por grupo.

Tabela II: Divisão dos grupos.

<i>Grupo</i>	<i>Solução</i>
G I	Café
G II	Coca-Cola®
G III	Vinho tinto
G IV	Saliva artificial



Figura 2: Soluções distribuídas nos recipientes.

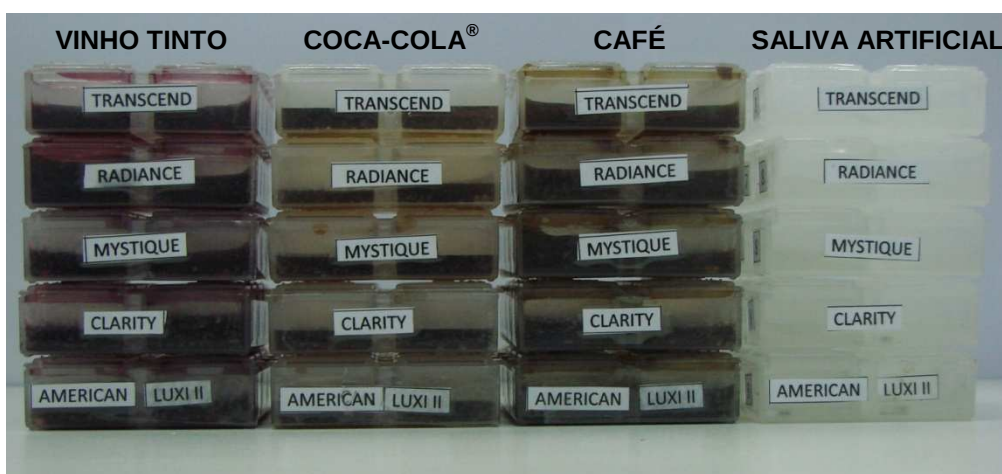


Figura 3: Bráquetes distribuídos de acordo com as soluções.



Figura 4: Bráquetes armazenados no recipiente com solução corante.

Antes da imersão dos bráquetes nas devidas soluções, foi realizada uma primeira mensuração (T_0), correspondente à leitura da cor dos acessórios secos. Posteriormente, foi realizada a primeira leitura experimental (T_1) no grupo IV após 24 horas de imersão na saliva artificial com o objetivo de avaliar o efeito da hidratação por essa solução na alteração de cor dos bráquetes. Da mesma forma, essa leitura (T_1) foi realizada nos demais grupos (I, II e III) após 24 horas de imersão nas soluções corantes. A partir deste momento, foram realizadas leituras somente nos grupos I, II e III após 72 horas (T_2), 7 dias (T_3) e 14 dias (T_4) de imersão nas soluções corantes, respectivamente.

A mensuração das possíveis alterações de cor dos bráquetes após imersão nas soluções corantes e saliva artificial foi avaliada de acordo com a *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) L^* , a^* , b^* (LAB) de escala de cor¹⁵, utilizando-se um espectrofotômetro de reflectância (Un-visible spectrophotometer, UV-2450, Shimadzu®, Kyoto, Japão), (Figura 5A e B). O sistema de avaliação de cores de acordo com a *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) determina a cor de forma quantitativa através de três parâmetros (L^* , a^* e b^*). Na escala de cor CIELAB, L^* é a medida do brilho do objeto e é quantificada em uma escala onde o preto apresenta um valor de L^* igual a zero e a luz totalmente refletida um valor de L^* igual a 100. Enquanto, a^* é a medida da quantidade de vermelho ($+a^*$) e verde ($-a^*$) e b^* a quantidade de amarelo ($+b^*$) e azul ($-b^*$).

A alteração de cor (ΔE^*ab) foi calculada através da seguinte equação¹⁶:

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

As alterações nos parâmetros de cor (ΔL^* , Δa^* e Δb^*) foram calculadas subtraindo-se os valores finais dos iniciais (bráquetes secos).



Figura 5: A- Vista externa do espectrofotômetro de reflectância ; B- Vista interna do espectrofotômetro de reflectância. (a) dispositivo metálico encaixado no espectrofotômetro.

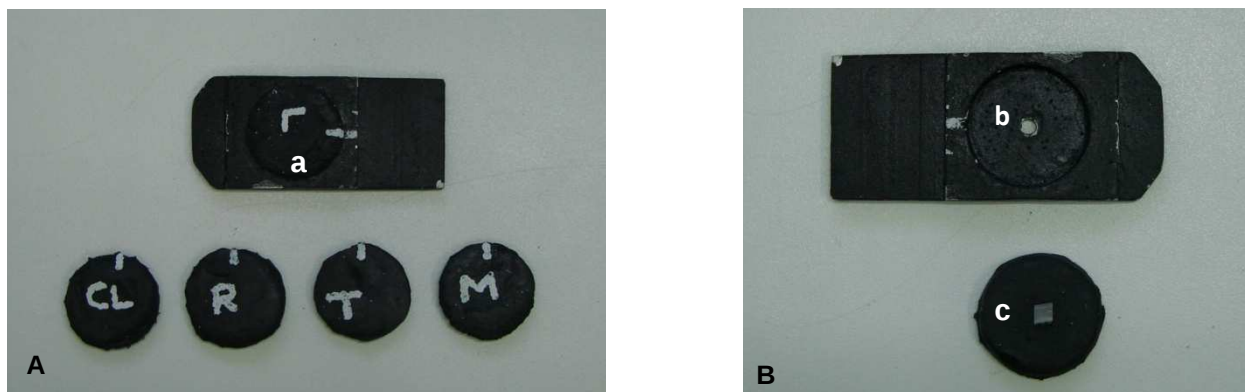


Figura 6: A- Dispositivo metálico com matrizes, (a) matriz encaixada no dispositivo metálico. B- Dispositivo metálico e matriz, (b) abertura do dispositivo metálico de 3 mm de diâmetro, (c) bráquete encaixado na matriz.

Foram confeccionadas matrizes de silicone de condensação de cor preta para cada tipo de bráquete testado, que se encaixavam a um dispositivo metálico do aparelho (Figura 6A). Este dispositivo apresentava uma abertura central de 3 mm de diâmetro, que limitava a abertura de 20 mm de diâmetro do aparelho para um tamanho compatível ao tamanho do bráquete (Figura 6B).

Previamente a cada leitura, os bráquetes foram submetidos à lavagem com água destilada, evitando a deposição de resíduos das soluções corantes em sua superfície antes da mensuração no espectrofotômetro de reflectância.

Inspeção visual:

Além da avaliação espectrofotométrica, foi realizada uma análise visual dos bráquetes dos grupos I, II, III e IV ao longo de 14 dias, por dois operadores distintos. Nos tempos determinados (24 horas, 72 horas, 7 dias e 14 dias) um bráquete de cada tipo dos grupos foram lavados em água destilada, secos e colocados sobre uma superfície branca, lado a lado com um bráquete, do mesmo tipo correspondente, que nunca foi exposto a nenhuma solução corante, para comparação.

Essa análise teve como objetivo detectar, visualmente, o manchamento dos bráquetes e relacioná-lo ao tempo de imersão desses acessórios nas diferentes soluções. Ao detectar alguma alteração de cor visível, essa era identificada e anotada para posterior análise dos resultados, como descrito por Mancuso *et al*¹⁷.

Metodologia estatística:

Para a análise estatística dos valores obtidos neste estudo foram empregados os programas SPSS 15.0, *Microsoft Excel*[®] e *Gpower* 3.0. Foram utilizadas a Análise de Perfis Multivariados de Médias, a Análise de Variância e o teste *t* para amostras independentes e pareadas ao nível de 5% de significância, para a comparação entre as médias intra e inter-grupos obtidas nas diferentes soluções e nos tempos distintos.

A Análise de Perfis Multivariados busca identificar diferenças nos padrões de evolução dos tipos de bráquetes em relação às variáveis dependentes ao longo do tempo, permitindo-nos identificar se existe diferenças entre as médias, assim como, se os bráquetes tem padrões similares de evolução ao longo do tempo. Já a Análise de Variância foi utilizada para verificar a existência de diferenças entre as médias dos grupos. Nos momentos em que foram notadas diferenças significativas entre os grupos para as medidas analisadas, aplicou-se o teste *t* com correção de *Bonferroni* para verificar em quais grupos tais diferenças ocorriam. Os valores apresentados

nas tabelas referentes aos resultados dos testes t foram multiplicados por 100 para facilitar a leitura e compreensão.

RESULTADOS

Os valores relativos às alterações de cor nos bráquetes expostos a soluções distintas serão descritos nas próximas sessões. Foram feitas comparações tanto em relação aos valores brutos quanto ao ganho em relação à análise inicial (Δ). Para tal foram aplicados testes t para amostras independentes considerando cada medida de coloração e cor. Também aplicou-se a Análise de Perfis Multivariados de médias, cujo objetivo era identificar diferenças entre as evoluções dos tipos de bráquetes ao longo do tempo. Assim, utilizou-se o teste de horizontalidade ou *flatness* que permitiu verificar o grau em que ocorreram mudanças ao longo do tempo para as médias de maneira geral, enquanto o efeito de paralelismo avaliou se os bráquetes se comportaram de maneira similar. Os valores globais da alteração de cor (ΔE^*) apresentados pelos bráquetes testados encontram-se em anexo (Anexo A).

Solução Saliva:

Análise da alteração de cor (ΔE^*):

Tabela III: Coloração de bráquetes expostos a saliva.

MEDIDAS	SALIVA					TOTAL
	CLARITY	LUXI II	MYSTIQUE	RADIANCE	TRANSCEND	
	A	B	C	D	E	
$\Delta E^*_{1(24h)}$	126,93	142,3	116,47	155,07E	111,65	130,48

OBS: os valores indicam os valores médios obtidos pelos bráquetes. Valores multiplicados por 100. Diferenças significativas entre bráquetes são representadas por letras.

Na tabela III estão descritas as medidas de alteração de cor para os bráquetes na solução saliva. Podemos observar que no período de 24 horas de hidratação dos bráquetes pela saliva, os acessórios *Radiance* apresentaram um valor estatisticamente significativo para a alteração de cor, em relação aos bráquetes *Transcend*, que foram os mais estáveis dentre os tipos testados.

Solução Coca-Cola®:

Análise da alteração de cor (ΔE^*):

Tabela IV: Coloração de bráquetes expostos a Coca-Cola®.

MEDIDAS	COCA-COLA					TOTAL
	CLARITY	LUXI II	MYSTIQUE	RADIANCE	TRANSCEND	
	A	B	C	D	E	
ΔE^* 1(24h)	117,53	88,41	120,81	173,45BE	75,57	115,16
ΔE^* 2(72h)	104,93	108,6	135,18	166,85ABE	93,5	121,81
ΔE^* 3(7d)	98,06	98,19	129,67	175,58ABCE	96,78	119,66
ΔE^* 4(14d)	46,38	29,68	36,67	55,92	50,92	43,91

OBS: os valores indicam os valores médios obtidos por cada marca. Valores multiplicados por 100. Diferenças significativas entre bráquetes são representadas por letras.

Na tabela IV estão descritas as medidas de alteração de cor para os bráquetes na solução Coca-Cola®. De acordo com os valores representados nesta tabela, pode-se considerar que os bráquetes *Radiance* apresentaram maior média, estatisticamente significante, para a alteração de cor (ΔE^*) em relação à maioria dos bráquetes testados até o final de 7 dias. A partir daí, não houve diferenças estatisticamente significantes entre os bráquetes testados, apesar dos bráquetes *Radiance* e *Transcend* terem apresentado os maiores valores de leitura para o ΔE^* ao final de 14 dias.

Segundo os resultados dos testes multivariados apresentados na tabela V, podemos observar que o tempo de imersão teve papel significativo em relação à alteração de cor dos bráquetes imersos na solução Coca-Cola® somente no período final de 7 para 14 dias ($p=0,000$). Além disso, os bráquetes evoluíram de maneira similar ao longo do tempo ($p=0,020$), somente existindo diferenças em seus padrões no período de 7 dias para 14 dias. Sendo assim, as alterações de cor tenderam a se manter estáveis entre 24 horas e 7 dias, mas entre 7 e 14 dias tal padrão emergiu mostrando diferenças nos perfis de estabilidade de cor dos bráquetes neste período.

Solução café:

Análise da alteração de cor (ΔE^*):

Na tabela VI estão descritas as medidas de alteração de cor para os bráquetes na solução café.

Tabela V: Testes Multivariados para bráquetes expostos a Coca-Cola®: fatores marca & tempo.

TESTES	F	SIG.	EFEITO	PNC	PODER
Tempo (flatness)	67,889	0,000	0,899	203,666	1,000
Tempo 72 horas - Tempo 24 horas	0,858	0,363	0,033	0,858	0,145
Tempo 7 dias - Tempo 72 horas	0,065	0,801	0,003	0,065	0,057
Tempo 14 dias - Tempo 7 dias	188,129	0,000	0,883	188,129	1,000
Tempo por marca (paralelismo)	2,245	0,020	0,275	23,228	0,860
Tempo 72 horas - Tempo 24 horas	0,887	0,486	0,124	3,549	0,241
Tempo 7 dias - Tempo 72 horas	0,819	0,525	0,116	3,277	0,224
Tempo 14 dias - Tempo 7 dias	6,045	0,002	0,492	24,181	0,964
Marcas	9,100	0,000	0,593	36,398	0,997

Fonte: dados da pesquisa. OBS: 1) teste de esfericidade de Mauchly's ($p=0,152$); 2) teste de Levene não significativo [$\Delta E^*1(24h)$ ($p=0,03$); $\Delta E^*2(72h)$ ($p=0,08$); $\Delta E^*3(7d)$ ($p=0,22$); $\Delta E^*4(14d)$ ($p=0,79$)].

Tabela VI: Coloração de bráquetes expostos ao café.

MEDIDAS	CAFÉ					
	CLARITY	LUXI II	MYSTIQUE	RADIANCE	TRANSCEND	TOTAL
	A	B	C	D	E	
$\Delta E^*1(24h)$	109,86	78,16	78,19	96,95	44,74	81,58
$\Delta E^*2(72h)$	90,31	48,88	67,65	74,78	45,6	65,44
$\Delta E^*3(7d)$	54,93	74,13	59,67	40,79	44,12	54,73
$\Delta E^*4(14d)$	42,24	58,15	37,43	85,03	94,18C	63,41

OBS: os valores indicam os valores médios obtidos por cada marca. Valores multiplicados por 100. Diferenças significativas entre bráquetes são representadas por letras.

Segundo os valores da tabela VI, podemos afirmar que a média apresentada pelos bráquetes *Transcend* foi estatisticamente superior à dos bráquetes *Mystique* ao final de 14 dias, quando esses acessórios ficaram imersos na solução café.

De acordo com os testes multivariados da tabela VII, foi possível observar que o tempo foi significativo na alteração de cor dos bráquetes imersos na solução café, exceto no período final de 7 dias para 14 dias ($p=0,650$). As médias evoluíram de maneira diferenciada apontando diferenças de perfis na maior parte do tempo exceto no período de 24 horas para 72 horas ($p=0,478$).

Solução vinho tinto:

Análise da alteração de cor (ΔE^*):

Na tabela VIII estão descritas as medidas de alteração de cor para os bráquetes na solução vinho tinto. De acordo com os valores desta tabela nota-se que, com 24 horas de imersão na solução vinho tinto os bráquetes *Radiance* apresentaram médias, para alteração de cor (ΔE^*), estatisticamente maiores do que

os bráquetes *Clarity*, *Luxi II* e *Transcend*. Já ao final de 72 horas, os bráquetes *Radiance* se destacaram somente em relação aos *Luxi II*, apresentando também uma maior média estatística.

Tabela VII: Testes Multivariados para bráquetes expostos ao café: fatores marca & tempo.

TESTES	F	SIG.	EFEITO	PNC	PODER
Tempo (flatness)	5,784	0,004	0,430	17,351	0,909
Tempo 72 horas - Tempo 24 horas	8,677	0,007	0,258	8,677	0,808
Tempo 7 dias - Tempo 72 horas	11,763	0,002	0,320	11,763	0,909
Tempo 14 dias - Tempo 7 dias	0,210	0,650	0,008	0,210	0,073
Tempo por marca (paralelismo)	2,984	0,002	0,334	30,676	0,951
Tempo 72 horas - Tempo 24 horas	0,901	0,478	0,126	3,605	0,245
Tempo 7 dias - Tempo 72 horas	4,328	0,009	0,409	17,313	0,875
Tempo 14 dias - Tempo 7 dias	3,875	0,014	0,383	15,498	0,832
Marcas (teste do Δ)	1,005	0,424	0,138	4,018	0,270

Fonte: dados da pesquisa. OBS: 1) teste de esfericidade de Mauchly's ($p=0,001$); 2) teste de Levene não significativo [$\Delta E^*1(24h)$ ($p=0,58$); $\Delta E^*2(72h)$ ($p=0,37$); $\Delta E^*3(7d)$ ($p=0,32$); $\Delta E^*4(14d)$ ($p=0,98$)].

Tabela VIII: Coloração de bráquetes expostos ao vinho tinto.

MEDIDAS	VINHO TINTO					TOTAL
	CLARITY	LUXI II	MYSTIQUE	RADIANCE	TRANSCEND	
	A	B	C	D	E	
$\Delta E^*1(24h)$	40,5	26,84	58,61B	80,52ABE	40,56	49,41
$\Delta E^*2(72h)$	50,84	43,42	65,71	75,39B	67,13	60,5
$\Delta E^*3(7d)$	72,94	65,63	73,39	65,96	61,98	67,98
$\Delta E^*4(14d)$	135,31	140,72	112,14	97,34	126,09	122,32

OBS: os valores indicam os valores médios obtidos por cada marca. Valores multiplicados por 100. Diferenças significativas entre bráquetes são representadas por letras.

Tabela IX: Testes Multivariados para bráquetes expostos ao vinho tinto: fatores marca & tempo.

TESTES	F	SIG.	EFEITO	PNC	PODER
Tempo (flatness)	43,849	0,000	0,851	131,548	1,000
Tempo 72 horas - Tempo 24 horas	16,275	0,000	0,394	16,275	0,972
Tempo 7 dias - Tempo 72 horas	11,611	0,002	0,317	11,611	0,906
Tempo 14 dias - Tempo 7 dias	119,152	0,000	0,827	119,152	1,000
Tempo por marca (paralelismo)	2,840	0,004	0,323	29,230	0,940
Tempo 72 horas - Tempo 24 horas	3,635	0,018	0,368	14,541	0,804
Tempo 7 dias - Tempo 72 horas	3,974	0,012	0,389	15,898	0,842
Tempo 14 dias - Tempo 7 dias	4,878	0,005	0,438	19,513	0,914
Marcas (teste do Δ)	1,155	0,354	0,156	4,622	0,309

Fonte: dados da pesquisa. OBS: 1) teste de esfericidade de Mauchly's ($p<0,001$); 2) teste de Levene não significativo [$\Delta E^*1(24h)$ ($p=0,02$); $\Delta E^*2(72h)$ ($p=0,82$); $\Delta E^*3(7d)$ ($p=0,97$); $\Delta E^*4(14d)$ ($p=0,18$)].

Observa-se na tabela IX, que o tempo foi significativo na alteração de cor dos bráquetes imersos na solução vinho tinto em todos os períodos de tempo do experimento ($p=0,000$). Os bráquetes evoluíram de maneira similar formando perfis quase análogos para esta solução, porém apresentando padrões diferenciados de comportamento quando comparados entre si, tal como demonstra os testes multivariados da tabela acima. Pode-se concluir assim que, não existem diferenças gerais nas variações dos bráquetes para a solução, isto é, no vinho tinto todos os tipos de bráquetes apresentaram o mesmo padrão de alteração global de cores.

Inspeção visual:

Além da avaliação da alteração de cor no espectrofotômetro de reflectância foi realizada a avaliação visual dos bráquetes, constatando-se que após sete dias nas soluções corantes houve alteração cromática em todos os bráquetes analisados. A partir desse momento, foi observado um manchamento progressivo desses bráquetes até o final de 14 dias (Figura 7). Nos bráquetes imersos na saliva artificial não foi observada alteração de cor visível após 24 horas de imersão.

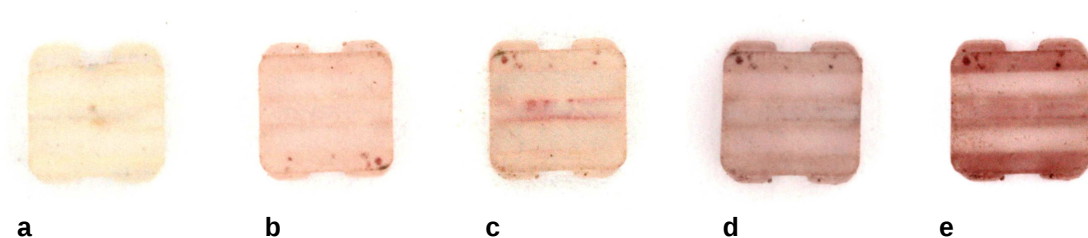


Figura 7: Bráquetes *Transcend* após imersão no vinho tinto, (a) bráquete seco, (b) após 24h, (c) após 72h, (d) após 7 dias, (e) após 14 dias na solução.

DISCUSSÃO

Atualmente, a indústria ortodôntica vem se preocupando com a questão de aproximar a cor dos bráquetes cerâmicos com os dentes do paciente, o que é freqüentemente questionado por parte dos indivíduos adultos. A estabilidade de cor é um importante parâmetro para os bráquetes estéticos modernos, e pode ser constatada através de equipamentos apropriados ou de forma visual.

A mensuração das cores através de instrumentos como os espectrofotômetros e colorímetros fornece uma avaliação consistente e numérica da cor^{18,19,20}.

Em diversos artigos, os autores procuraram relacionar os valores numéricos da alteração de cor (ΔE^*) à percepção visual do manchamento de restaurações de resina composta ou protéticas^{21,22,23,24,25,26,27,28}. Para o limiar de percepção visual da alteração da cor refletida na Odontologia restauradora estética, um valor de $\Delta E^* > 2,0$ é percebido por todos os observadores e valores entre 1,0 e 2,0 de ΔE^* são percebidos freqüentemente¹⁸. Embora tenha sido proposto que valores de $\Delta E^* > 2,0$ indiquem alteração de cor, certos autores propuseram outros limiares para a percepção clínica da alteração de cor como os valores de 3,3²⁹ e de 3,7³⁰, a partir dos quais as alterações são consideradas clinicamente perceptíveis baseadas em restaurações de resina composta. Sendo assim, as pesquisas realizadas na área de Prótese e Dentística passaram a utilizar esses valores como referência.

Na Ortodontia, os autores também passaram a utilizar essas referências para avaliar a estabilidade de cor de bráquetes estéticos. Faltermeier *et al.* (2007), investigaram a estabilidade de cor de bráquetes estéticos durante a irradiação com luz ultravioleta e exposição à soluções corantes³¹. Em seu estudo consideraram que valores de $\Delta E^* \geq 3,3$ foram clinicamente inaceitáveis. Esse mesmo autor em 2007, avaliando a influência da carga incorporada aos bráquetes estéticos plásticos na estabilidade de cor desses acessórios após serem expostos à soluções corantes e à radiação ultravioleta, também considerou valores de ΔE^* abaixo de 3,3 como clinicamente aceitáveis²⁰. Lee (2008), após avaliar as alterações na cor refletida e transmitida, assim como os parâmetros de cor em bráquetes estéticos após termo ciclagem, considerou o valor de 3,7 para o ΔE^* como limiar para a percepção clínica da alteração de cor¹².

Contudo, os valores de referência para ΔE^* utilizados em pesquisas anteriores na área de Ortodontia não podem ser comparados com os do presente estudo, pois, além dos tipos de bráquetes testados terem sido diferentes, a avaliação espectrofotométrica foi realizada nas bases desgastadas dos bráquetes, enquanto nas primeiras, a cor refletida foi mensurada na face vestibular desses acessórios. Isso é importante pois, quando a superfície vestibular do bráquete é lida pelo espectrofotômetro, ocorrem áreas de sombras além de regiões que sofrem maior acúmulo de pigmentos corantes, como na união entre o *slot* e as haletas

desses acessórios. No caso da leitura da base do bráquete, o aparelho registra a cor da porcelana em uma superfície regular, ou seja, sem que algumas regiões estejam mais coradas que outras. Além disso, as bases dos bráquetes foram desgastadas, pois os espectrofotômetros são aparelhos desenvolvidos para lerem somente superfícies planas^{28,12}, sendo os valores de leitura da superfície vestibular de bráquetes pouco confiáveis.

No presente estudo, foi realizada uma análise visual dos bráquetes testados ao longo de 14 dias de imersão nas soluções corantes por dois operadores distintos e calibrados entre si, em quatro circunstâncias, com 24h, 72h, 7 dias e 14 dias de imersão. Foi concluído, através dessa análise, que a percepção visual do manchamento de todos os bráquetes cerâmicos nas três soluções potencialmente corantes utilizadas foi confirmada somente a partir do sétimo dia de imersão dos bráquetes nessas soluções. A partir daí foi observado, visualmente, um manchamento progressivo desses bráquetes até o final de 14 dias. Os acessórios imersos no vinho tinto foram os que apresentaram um maior manchamento aparente seguido pelos bráquetes que ficaram imersos no café e na Coca-Cola®, respectivamente. De acordo com alguns autores²³, apesar da Coca-Cola® apresentar o menor *pH* e possivelmente afetar a integridade superficial dos materiais, ela não provoca tanta alteração de cor quanto o café, provavelmente, devido a falta de pigmento amarelo em sua composição.

A literatura sobre a estabilidade de cor de materiais ortodônticos é limitada^{32,20}. Na Odontologia, várias técnicas vem sendo descritas para estudar o manchamento de materiais dentários. Métodos de aceleração de envelhecimento, como a termo ciclagem, assim como a imersão em soluções como saliva artificial, café, chá, suco de uva e clorexidina foram utilizadas em simulações *in vitro*^{33,19}. Tem sido mostrado que tanto o tipo de solução quanto o tempo de exposição influenciam o grau da alteração de cor dos materiais³³.

Em 2006, ERTAS *et al.*, avaliaram a estabilidade de cor de cinco tipos de resinas compostas quando imersos em chá, Coca-Cola®, café, vinho tinto e água²⁸. De forma semelhante, no presente estudo, foram utilizadas como soluções para a imersão o café, a Coca-Cola® e o vinho tinto, por se tratarem de bebidas ingeridas freqüentemente pela maioria dos pacientes adultos que procuram por tratamento ortodôntico, além de possuírem um grande potencial corante. Quanto ao tempo de imersão, foi determinado o período de 14 dias por ser um tempo mínimo

considerável para se avaliar o manchamento dos bráquetes cerâmicos se tratando de um estudo *in vitro* e considerando que os acessórios ficaram imersos nessas soluções durante todo o tempo do experimento.

Os bráquetes do grupo IV ficaram imersos em saliva artificial durante o período de 24 horas com o objetivo de se avaliar se sua hidratação por esta solução seria capaz de alterar suas cores. Foi observado que, ao final desse período, o bráquete *Radiance* apresentou uma maior média de alteração de cor (ΔE^*) em relação aos demais bráquetes, apesar dessa diferença só ter sido estatisticamente significativa em relação ao *Transcend*. Isso pode ter ocorrido devido a uma certa perda de brilho (L^*) desse bráquete causada pela hidratação da saliva. Como se trata de um bráquete monocristalino, portanto muito translúcido, o fato dele ter ficado mais opaco pode ter contribuído para o maior valor de ΔE^* , visto que o mesmo pode ser afetado por alterações em qualquer um dos três parâmetros que compõe sua fórmula (L^* , a^* e b^*).

Em relação aos acessórios imersos na solução Coca-Cola[®], com 24, 72 horas e 7 dias de imersão, o bráquete *Radiance* se destacou apresentando maior média de alteração de cor (ΔE^*) em relação aos demais, provavelmente pelo mesmo motivo assinalado acima. Porém, ao final de 14 dias de imersão nenhum tipo de bráquete se destacou estatisticamente em relação à alteração de cor (ΔE^*), ou seja, nesse período eles apresentaram valores similares para ΔE^* . Somente no período de 7 para 14 dias foi possível perceber o efeito do tempo na alteração de cor dos bráquetes assim como uma diferença em seus padrões de manchamento. Podemos afirmar assim que, a Coca-Cola[®] só começou a ter efeito na alteração de cor dos bráquetes a partir de 7 dias, até então, o manchamento apresentado pelos bráquetes assim como a diferença entre eles não foi significativa.

Quanto aos acessórios imersos na solução café, foi observado, somente ao final de 14 dias, que o bráquete *Transcend* se destacou estatisticamente em relação ao *Mystique* apresentando uma maior média de alteração de cor (ΔE^*) que os demais. A partir daí podemos concluir que, a alteração de cor de todos os tipos de bráquetes foi semelhante nos tempos em que as leituras foram feitas com exceção do 14º dia, onde o *Transcend* se destacou.

Já no vinho tinto, foi observado que ao final de 24 e 72 horas, o bráquete *Radiance* se destacou estatisticamente com uma maior média de alteração de cor (ΔE^*). A partir daí, todos os bráquetes apresentaram valores de ΔE^* similares ao

final de 7 e 14 dias. Foi possível observar que o tempo foi significativo na alteração de cor desses bráquetes e que eles apresentaram o mesmo padrão de alteração de cor nessa solução.

Foi constatado que todos os bráquetes testados sofreram alterações de suas cores em todas as soluções testadas. Ao final do experimento, os bráquetes *Radiance* apresentaram maiores valores de ΔE^* tanto para a saliva quanto para a Coca-Cola[®], enquanto que no vinho tinto e no café os bráquetes *Luxi II* e *Transcend* apresentaram os maiores valores de ΔE^* ao final de 14 dias, respectivamente.

Quanto ao potencial corante de cada solução, um fato interessante foi observado. A Coca-Cola[®], que foi a solução que menos alterou a cor dos bráquetes na análise visual, foi a que apresentou os maiores valores de ΔE^* na análise espectrofotométrica, seguida pelo vinho tinto e pelo café. Uma possível explicação para essa observação foi que, devido às suas propriedades ácidas e sua capacidade de alterar a integridade superficial dos materiais²³, a Coca-Cola[®] permitiu uma maior absorção dos pigmentos corantes das soluções pela porcelana, o que pode ser observado de forma acurada pelo espectrofotômetro ao contrário da visão humana, que detecta apenas o manchamento superficial dos materiais. Em concordância com estudos anteriores^{34,35}, foi observado visualmente em nossa pesquisa, que o vinho tinto provocou maiores alterações de cor quando comparado ao café.

É importante ressaltar que os resultados apresentados não devem ser aplicados à realidade clínica, visto que limitações metodológicas são inevitáveis na avaliação da alteração de cor de bráquetes *in vitro*, pois não é fácil reproduzir exatamente as condições presentes na cavidade bucal diretamente²⁴. Os principais fatores que distinguem a cavidade bucal do ambiente *in vitro* são a sua complexa flora e seus bioprodutos, assim como o acúmulo de placa no material testado³⁶.

Portanto, a realização de mais pesquisas clínicas sobre esse assunto é de extrema importância para uma melhor avaliação dos fatores capazes de alterar a estabilidade de cor dos bráquetes cerâmicos *in vivo*.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados apresentados por este estudo podemos concluir que:

- 1- Todos os bráquetes testados sofreram alterações em suas cores em todas as soluções testadas.
- 2- Na Coca-Cola[®], o bráquete *Radiance* se destacou apresentando a maior média de alteração de cor (ΔE^*) em relação aos demais ao final de 14 dias, embora essa diferença não tenha sido estatisticamente significativa nesse tempo, ao contrário dos períodos iniciais.
- 3- No café, o bráquete *Transcend* apresentou a maior média de alteração de cor (ΔE^*) em relação aos demais, ao final de 14 dias, embora essa diferença só tenha sido estatisticamente significativa em relação ao *Mystique*.
- 4- No vinho tinto, apesar do bráquete *Luxi II* ter apresentado a maior média para o valor de alteração de cor (ΔE^*) em relação aos demais ao final de 14 dias, essa diferença não foi estatisticamente significativa nesse tempo.
- 5- A hidratação pela saliva no período de 24 horas foi significativa na alteração de cor dos bráquetes cerâmicos, o que foi comprovado pela análise espectrofotométrica, ao contrário da análise visual. O bráquete *Radiance* se destacou apresentando a maior média para o valor de alteração de cor (ΔE^*) em relação aos demais, embora essa diferença só tenha sido estatisticamente significativa em relação ao *Transcend*.
- 6- A Coca-Cola[®] foi a solução que menos alterou a cor dos bráquetes na análise visual, entretanto foi a que apresentou os maiores valores de ΔE^* na análise espectrofotométrica, seguida pelo vinho tinto e pelo café.
- 7- O tempo de exposição dos bráquetes às soluções potencialmente corantes influenciou na alteração de cor desses acessórios.

Abstract - Introduction: Although the color of these ceramic brackets is their major advantage over conventional metallic brackets, this property is the least investigated and most of the few articles mentioning the probably color instability of ceramic brackets are not based on scientific evidence, but rather in anecdotal assumptions. The purpose of this study was to evaluate *in vitro*, color instability of five types of

ceramic brackets when immersed in three potentially staining substances (red wine, black coffee and Coke™). **Methods:** The sample was divided in four groups according to the substance in which they were immersed. Possible color alterations were measured by a reflection spectrophotometer in five time intervals: T0 (dry), T1 (24 hours after immersion), T2 (72 hours after immersion), T3 and T4 (7 and 14 days after immersion, respectively). **Results:** there was a significant color variation over time for all brackets and substances. The ceramic brackets showed a different pattern of staining for each substance tested. **Conclusion:** Ceramic brackets presented a few stability in their optical properties when immersed in potentially staining solutions over all time intervals tested.

Key words: ceramic brackets, staining solutions, optical properties, color instability.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Karamouzou A, Athanasiou AE, Papadopoulos MA. Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: a comprehensive review. *Am J Orthod Dentof Orthop.*1997; 112(1): 34-40.
2. Bishara SE, Fehr DE. Ceramic brackets: Something old, something new, a review. *Sem of Orthod.* 1997 Sep; 3(3): 178-188.
3. Theodorakopoulou LP, Sadowsky PL, Jacobson A, Lacefield W. Evaluation of the debonding characteristics of 2 ceramic brackets : An *in vitro* study. *Am J Orthod Dentof Orthop.* 2004 March; 125(3): 329-336.
4. Newman GV. Adhesive and orthodontic plastic attachments. *Am J Orthod Dentof Orthop.* 1969 Dec; 56(6): 573-588.
5. Britton JC, McInnes P, Weinberg R, Ledoux WR, Retief DH. Shear Bond strength of ceramic orthodontic brackets to enamel. *Am J Orthod Dentof Orthop.* 1990 Oct; 98(4): 348-353.
6. Olsen ME, Bishara SE, Jakobsen JR. Evaluation of the shear bond strength of different ceramic bracket base designs. *Angle Orthod.* 1997; 67(3): 179-182.
7. Sobreira CR, Lariato LB, Oliveira DD. Bráquetes Estéticos: Características e Comportamento Clínico. *R Clín Ortodon Dental Press.* 2007 Ago/Set; 6(4): 50-57.
8. Harris AMP, Joseph VP, Rossouw PE. Shear peel bond strengths of esthetic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentof Orthop.* 1992 Sept; 102(3): 215-219.
9. Swartz ML. Ceramic brackets. *J Clin Orthod.*1988 Feb; 22(2): 82-88.

10. Ghafari J. Problems associated with ceramic brackets suggest limiting use to selected teeth. *Angle Orthod.* 1992; 62(2):145-152.
11. Bishara SE. Ceramic Brackets: A Clinical Perspective. *World J Orthod.* 2003; 4(1): 61-66.
12. Lee YK. Changes in the reflected and transmitted color of esthetic brackets after thermal cycling. *Am J Orthod Dentof Orthop.* 2008 May; 133(5): 641.e1-641.e6.
13. Akin PC, Nanda RS, Duncanson Jr MG, Currier GF, Sinha PK. Fracture strength of ceramic brackets during arch wire torsion. *Am J Orthod Dentof Orthop.* 1996 Jan; 109(1): 22-27.
14. Sinha PK, Nanda RS. Esthetic orthodontic appliances and bonding concerns for adults. *Dental Clin North Am.* 1997 Jan; 41(1): 89-109.
15. *Commission Internationale de l'Eclairage - CIE (1985): Colorimetry, Official Recommendations of the International Commission on Illumination, 2nd ed., Publication CIE No. 15.2 (TC-1.3), Paris, France: Bureau Central de la CIE.*
16. O'Brien WJ. Dental Materials and their selection. 3^a ed. São Paulo, Quintessence Books; 2002.
17. Mancuso DN, Goiato MC, Dekon SFC. Evaluation visual of color stability after accelerated aging of pigmented and non-pigmented silicones to be used in facial prostheses. *Ind J Den Res.* 2008; *In press.*
18. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and Colorimetric Assessments of Small Color Differences on Translucent Dental Porcelain. *J Dent Res.* 1989 Dec; 68(12): 1760-1764.
19. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dawson DV. Color Stability of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent.* 2005 Jan ; 93(1) : 70-75.
20. Faltermeier A, Behr M, Müßig D. Esthetic Brackets : The influence of filler level on color stability. *Am J Orthod Dentof Orthop.* 2007 Jul; 132(1): 5.e13-5.e16.
21. Ferracane JL, Moser JB, Greener EH. Ultraviolet light-induced yellowing of dental restorative resins. *J Prosthet Dent.* 1985 Oct; 54(4) : 483-487.
22. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent.* 1986 Jul; 56(1): 35-40.
23. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence International.* 1991; 22(5) : 377- 386.

24. Khokhar ZA, Razzoog ME, Yaman P. Color stability of restorative resins. Quintessence International. 1991 ; 22(9) : 733-737.
25. Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer J. Comparison of the color stability of ten new-generation composites : An *in vitro* study. Dent Materials. 1994 Nov; 10: 353-362.
26. Rinke S, Hüls A, Kettler MJ. Colorimetric Analysis as a Means of Quality Control for Dental Ceramic Materials. Eur J Prosthodont Rest Dent. 1996 ; 4(3) : 105-110.
27. Leibrock A, Rosentritt M, Lang R, Behr M, Handel G. Colour Stability of Visible Light-Curing Hybrid Composites. Eur J Prosthodont Rest Dent. 1997; 5(3): 125-130.
28. Ertas E, Güler AU, Yücel AÇ, Köprülü H, Güler E. Color Stability of Resin Composites after Immersion in Different Drinks. Dental Materials J. 2006; 25(2): 371-376.
29. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. Dental Materials. 1987; 3: 246-251.
30. Johnston WM, Kao EC. Assessment of Appearance Match by Visual Observation and Clinical Colorimetry. J Dent Res. 1989 May; 68(5): 819-822.
31. Faltermeier A, Behr M, Müßig D. In vitro colour stability of aesthetic brackets. Eur J Orthod. 2007; 29: 354-358.
32. Eliades T, Kakaboura A. ; Eliades G, Bradley TG. Comparison of enamel colour changes associated with orthodontic bonding using two different adhesives. Eur J Orthod. 2001; 23: 85-90.
33. Yannikakis SA, Zissis, AJ, Polyzois, GL, Caroni, C. Color stability of provisional resin restorative materials. J Prosthet Dent. 1998 Nov; 80(5): 533-539.
34. Stober T, Gilde H, Lenz P. Color Stability of highly filled composite resin materials for facings. Dental materials. 2001 ; 17 : 87-94.
35. 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): 118-124.
36. Eliades T, Bourauel C. Intraoral aging of orthodontic materials: the picture we miss and its clinical relevance. Am J Orthod Dentof Orthop. 2005 Apr; 127(4): 403-412.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos artigos apresentados nesta dissertação, pôde-se constatar que o conhecimento de assuntos de outras áreas por parte do ortodontista, como os princípios da cor e os meios para sua mensuração existentes atualmente é de extrema importância. Isso, porque esses assuntos estão diretamente relacionados aos bráquetes estéticos, bem como às suas características, sejam elas vantajosas como a translucidez de alguns bráquetes cerâmicos, ou desvantajosas como a possibilidade de manchamento dos mesmos.

Além disso, observou-se o comportamento dos bráquetes estéticos cerâmicos quando expostos à soluções corantes rotineiramente presentes na dieta da maioria dos pacientes adultos que procuram pelo tratamento ortodôntico. Diante dos resultados apresentados foi observado, em geral, que o comportamento dos bráquetes variou de acordo com a solução em que estavam submersos, apesar de que, dentro de uma mesma solução, os mesmos evoluíram de maneira similar, porém com ganhos diferenciados em relação a alteração de cor. Constatou-se também que o tempo de imersão nas soluções potencialmente corantes foi significativo para a alteração de cor de todos os bráquetes, embora nem sempre percebidas visualmente. Um fato interessante que também pôde ser analisado no experimento, foi que a hidratação pela saliva artificial, no período de 24 horas, foi significativa para a alteração de cor dos bráquetes cerâmicos, o que foi comprovado pela análise espectrofotométrica. As constatações observadas neste estudo foram de grande valor na medida em que podem ser aplicadas à realidade clínica do ortodontista, que freqüentemente se depara com questionamentos a respeito da estabilidade de cor desses bráquetes por parte dos pacientes.

Entretanto, há necessidade de mais estudos clínicos sobre a estabilidade de cor dos bráquetes estéticos cerâmicos, visto que, a demanda por aparelhos menos aparentes e mais discretos aumenta a cada dia. Dessa forma, a indústria ortodôntica poderia desenvolver outros materiais assim como técnicas que otimizassem a estabilidade de cor dos aparelhos ortodônticos, o que aumentaria a satisfação tanto do profissional quanto do paciente.

ANEXO
ANEXO A

SOLUÇÃO	MARCA	TEMPO				$\Delta E^*(TOTAL)$
		ΔE^*24H	ΔE^*72H	$\Delta E^*7 DIAS$	$\Delta E^*14 DIAS$	
Saliva	CLARITY	126,93 ($\pm 15,05$)	N.A	N.A	N.A	126,93 ($\pm 15,05$)
	LUXI II	142,3 ($\pm 19,21$)	N.A	N.A	N.A	142,3 ($\pm 19,21$)
	MYSTIQUE	116,47 ($\pm 14,21$)	N.A	N.A	N.A	116,47 ($\pm 14,21$)
	RADIANCE	155,07 ($\pm 11,02$)	N.A	N.A	N.A	155,07 ($\pm 11,02$)
	TRANSCEND	111,65 ($\pm 29,15$)	N.A	N.A	N.A	111,65 ($\pm 29,15$)
	Total	130,48 ($\pm 9,78$)	N.A	N.A	N.A	130,48 ($\pm 9,78$)
Coca-cola	CLARITY	117,53 ($\pm 37,36$)	104,93 ($\pm 10,68$)	98,06 ($\pm 19,52$)	46,38 ($\pm 14,26$)	91,75 ($\pm 9,61$)
	LUXI II	88,41 ($\pm 16,84$)	108,6 ($\pm 20,34$)	98,19 ($\pm 11,81$)	29,68 ($\pm 13,2$)	81,23 ($\pm 6,77$)
	MISTYQUE	120,81 ($\pm 24,63$)	135,18 ($\pm 20,48$)	129,67 ($\pm 23,71$)	36,67 ($\pm 15,99$)	105,6 ($\pm 18,15$)
	RADIANCE	173,45 ($\pm 51,15$)	166,85 ($\pm 39,79$)	175,58 ($\pm 31,24$)	55,92 ($\pm 16,26$)	142,92 ($\pm 30,92$)
	TRANSCEND	75,57 ($\pm 22,73$)	93,5 ($\pm 20,38$)	96,78 ($\pm 8,23$)	50,92 ($\pm 19,17$)	79,2 ($\pm 4,23$)
	Total	115,16 ($\pm 18,39$)	121,81 ($\pm 13,91$)	119,66 ($\pm 14,04$)	43,91 ($\pm 7,46$)	100,14 ($\pm 11,04$)
Vinho tinto	CLARITY	40,5 ($\pm 4,87$)	50,84 ($\pm 6,7$)	72,94 ($\pm 11,85$)	135,31 ($\pm 15,25$)	74,87 ($\pm 7,46$)
	LUXI II	26,84 ($\pm 4,68$)	43,42 ($\pm 13,02$)	65,63 (± 14)	140,72 ($\pm 16,63$)	69,13 ($\pm 7,33$)
	MYSTIQUE	58,61 ($\pm 14,46$)	65,71 ($\pm 14,97$)	73,39 ($\pm 10,69$)	112,14 ($\pm 21,35$)	77,48 ($\pm 4,99$)
	RADIANCE	80,52 ($\pm 19,36$)	75,39 ($\pm 11,91$)	65,96 ($\pm 13,05$)	97,34 ($\pm 31,25$)	79,87 ($\pm 6,39$)
	TRANSCEND	40,56 ($\pm 10,06$)	67,13 ($\pm 12,48$)	61,98 ($\pm 13,54$)	126,09 ($\pm 23,64$)	73,93 ($\pm 9,59$)
	Total	49,41 ($\pm 8,41$)	60,5 ($\pm 6,58$)	67,98 ($\pm 5,51$)	122,32 ($\pm 10,92$)	75,06 ($\pm 3,31$)
Café	CLARITY	109,86 ($\pm 32,17$)	90,31 ($\pm 23,78$)	54,93 ($\pm 15,69$)	42,24 ($\pm 21,9$)	74,33 ($\pm 20,66$)
	LUXI II	78,16 ($\pm 30,58$)	48,88 ($\pm 31,31$)	74,13 ($\pm 19,27$)	58,15 ($\pm 27,91$)	64,85 (± 15)
	MYSTIQUE	78,19 ($\pm 28,21$)	67,65 ($\pm 33,3$)	59,67 ($\pm 23,26$)	37,43 ($\pm 22,91$)	60,77 ($\pm 16,17$)
	RADIANCE	96,95 ($\pm 35,51$)	74,78 ($\pm 23,18$)	40,79 ($\pm 12,13$)	85,03 ($\pm 25,45$)	74,48 ($\pm 10,64$)
	TRANSCEND	44,74 ($\pm 19,68$)	45,6 ($\pm 20,92$)	44,12 ($\pm 27,89$)	94,18 ($\pm 23,97$)	57,2 ($\pm 12,3$)
	Total	81,58 ($\pm 14,7$)	65,44 ($\pm 12,72$)	54,73 ($\pm 9,52$)	63,41 ($\pm 13,1$)	66,33 ($\pm 6,87$)
Total	CLARITY	98,7 ($\pm 18,45$)	82,74 ($\pm 10,78$)	75,31 ($\pm 12,08$)	74,64 ($\pm 22,5$)	86,76 ($\pm 8,28$)
	LUXI II	83,93 ($\pm 19,19$)	76,52 ($\pm 17,1$)	79,32 ($\pm 10,6$)	76,19 ($\pm 24,93$)	84,76 ($\pm 11,85$)
	MYSTIQUE	93,52 ($\pm 14,57$)	102,95 (± 18)	87,58 ($\pm 18,07$)	62,08 ($\pm 20,11$)	93,42 ($\pm 12,55$)
	RADIANCE	126,5 ($\pm 22,1$)	120,3 ($\pm 21,95$)	94,11 ($\pm 30,01$)	79,43 ($\pm 15,92$)	114,19 ($\pm 17,42$)
	TRANSCEND	68,13 ($\pm 15,39$)	77,43 ($\pm 12,2$)	67,63 ($\pm 14,45$)	90,39 ($\pm 19,02$)	79,48 ($\pm 9,4$)
	Total	94,16 ($\pm 8,69$)	91,99 ($\pm 7,88$)	80,79 ($\pm 8,27$)	76,55 ($\pm 9,25$)	91,72 ($\pm 5,83$)

Fonte: dados da pesquisa. Obs: os valores dentro dos parênteses representam o intervalo de confiança das médias com 95% de confiança. Nesta tabela a média dos valores apresentados como N.A indica que não se aplica.