

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Odontologia de Araraquara

CIBELE BRAGA DE OLIVEIRA

***ANÁLISE IN VITRO DA ESTABILIDADE DE COR E
RUGOSIDADE SUPERFICIAL DE BRAQUETES
ORTODÔNTICOS CERÂMICOS.***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas - Área de Ortodontia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista, para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Gonzaga Gandini Júnior

Araraquara

2012

Oliveira, Cibele Braga de

Análise in vitro da estabilidade de cor e rugosidade superficial de braquetes ortodônticos cerâmicos / Cibele Braga de Oliveira.-- Araraquara: [s.n.], 2012.

96 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Luiz Gonzaga Gandini Júnior

1. Braquetes ortodônticos 2. Cor 3. Cerâmica I. Título

CIBELE BRAGA DE OLIVEIRA

***ANÁLISE IN VITRO DA ESTABILIDADE DE COR E
RUGOSIDADE SUPERFICIAL DE BRAQUETES
ORTODÔNTICOS CERÂMICOS.***

COMISSÃO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Luiz Gonzaga Gandini Júnior

2º Examinador: Prof. Dr. Ary dos Santos-Pinto

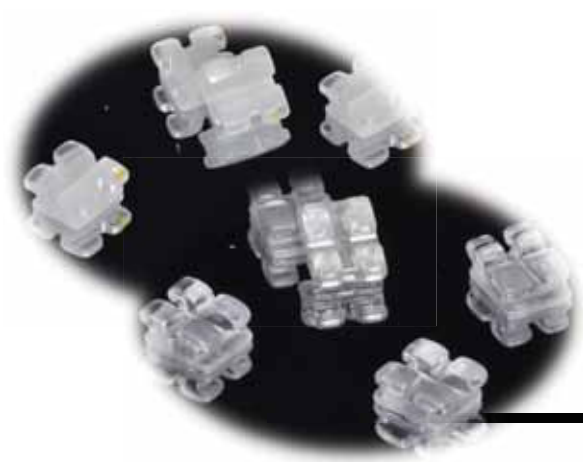
3º Examinador: Prof. Dr. Antônio Carlos de Oliveira Ruellas

Araraquara, 06 de julho de 2012.

DADOS CURRICULARES

Cibele Braga de Oliveira

- Nascimento:** 22/012/1983 – João Pessoa/PB
- Filiação:** Clóvis Gomes de Oliveira Sobrinho
Maria Lúcia Braga de Oliveira
- 2002-2007** Curso de Graduação em Odontologia na Universidade Federal da Paraíba – UFPB.
- 2008-2011:** Curso de Especialização em Ortodontia na Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia (FAEPO) – UNESP – Araraquara/SP.
- 2010-2012:** Curso de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área de Concentração em Ortodontia, nível Mestrado - Faculdade de Odontologia de Araraquara - FOAr/UNESP
- Associações:** Associação dos Ex-Alunos de Ortodontia de Araraquara - AOA
Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica - SBPqO



Dedicat3ria

Dedicatória

A Deus,

Pelo amparado nas horas mais difíceis de minha vida e pelo exemplo de força e perseverança que guiam os passos na minha caminhada.

Aos meus pais,

Clóvis Gomes de Oliveira Sobrinho e Maria Lúcia Braga de Oliveira, pelo amor incondicional, incentivo para o meu aprimoramento moral e intelectual e pelo conforto das suas constantes orações.

Ao meu marido,

Francisco Xavier de Andrade Filho, pelo amor, compreensão e apoio a minha vontade de evoluir profissionalmente. Obrigado pelo esforço de suportar a nossa distância física e por me proporcionar momentos sempre felizes nos reencontros.

“Que eu continue com vontade de viver, mesmo sabendo que a vida é, em muitos momentos, uma lição difícil de ser aprendida. Que eu permaneça com vontade de ter grandes amigos, mesmo sabendo que, com as voltas do mundo, eles vão indo embora de nossas vidas. Que eu realmente sempre a vontade de ajudar as pessoas, mesmo sabendo que muitas delas são incapazes de ver, sentir, entender ou utilizar essa ajuda. Que eu mantenha meu equilíbrio, mesmo sabendo que muitas coisas que vejo no mundo escurecem meus olhos. Que eu realmente a minha garra, mesmo sabendo que a derrota e a perda são ingredientes tão fortes quanto o sucesso e a alegria. Que eu atenda sempre mais à minha intuição, que sinaliza o que de mais autêntico eu possuo. Que eu pratique mais o sentimento de justiça, mesmo em meio à turbulência dos interesses. Que eu manifeste amor por minha família, mesmo sabendo que ela muitas vezes me exige muito para manter sua harmonia. E, acima de tudo... Que eu lembre sempre que todos nós fazemos parte dessa maravilhosa teia chamada vida, criada por alguém bem superior a todos nós! E que as grandes mudanças não ocorrem por grandes feitos de alguns e, sim, nas pequenas parcelas cotidianas de todos nós!”

Chico X avier



Agradecimentos

Agradecimentos

Levando em consideração que a finalização deste trabalho é o resultado de uma caminhada que começou a ser trilhada com os conhecimentos adquiridos na base da minha iniciação científica, agradecer a todos pode não ser tarefa fácil. Por isso, de antemão, agradeço a todos que de alguma forma passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem eu sou hoje.

Agradeço, particularmente, a algumas pessoas pela contribuição direta na construção deste trabalho:

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Gonzaga Gandini Júnior, pelos conhecimentos e experiências transmitidos na base da minha formação profissional na Ortodontia. A praticidade e inteligências são suas qualidades marcantes e que procuro incorporar como guia na minha prática clínica. Minha gratidão se estende conjuntamente à sua mulher e professora **Marcia Regina E. Ap^a S. Gandini**, por abrir as portas e me proporcionar enriquecedores momentos no consultório.

Ao Prof. Dr. Ary dos Santos-Pinto, pela paciência e ajuda científica prestada para a realização deste e de outros trabalhos. O senhor é um exemplo de dedicação acadêmica e amor pela profissão que escolheu.

Ao Prof. Dr. Luis Geraldo Vaz, pelo acolhimento e sugestões que

ajudaram a formular a metodologia deste trabalho e aos demais professores do departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, pela disposição em auxiliar no manuseio dos equipamentos utilizados nesta pesquisa.

Ao amigo Luiz Guilherme Martins Maia, pela sugestão do tema e auxílio metodológico decisivo para a definição desta pesquisa.

À Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, na pessoa de seu Magnífico Reitor Herman Jacobus Cornelis Voorwald.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara - FOAr, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, na pessoa de sua Diretora Profa. Dra. Andréia Affonso Barretto Montandon e de sua vice diretora Profa. Dra. Elaine Maria Sgavioli Massucato.

Ao Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, representado pelo Chefe de Departamento Profa. Dra. Lídia Parsekian Martins e pelo vice-chefe Prof.Dr Fábio Cesar Braga de Abreu e Lima.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, coordenado pela Profa. Dra. Josimeri Hebling Costa e Prof. Dr. Edson Alves de Campos, pela permissão de fazer parte deste programa como aluna.

Aos docentes da Disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, Prof. Dr. Ary dos Santos Pinto, Prof. Dr. Dirceu Barnabé Raveli, Prof. Dr. João Roberto Gonçalves, Profa. Dra. Lídia Parsekian Martins, Prof. Dr. Luiz Gonzaga Gandini Júnior e Prof. Dr. Maurício Tatsuei Sakima, que contribuíram sobremaneira com seus ensinamentos teóricos e práticos seja na clínica ou nos seminários.

Aos meu amigos Sergei Godeiro Fernandes Rabelo Caldas e Alexandre Antonio Ribeiro, exemplares profissionais e alunos, por atenderem meus pedidos de ajuda e pela parceria nos trabalhos científicos executados. Trabalhar com vocês me inspira e me impulsiona na pesquisa científica relacionada com a Ortodontia.

À minha amiga Diana Gabriela de Sousa Soares, pelo companheirismo e amizade cultivada durante todos esses anos. Nossos laços de amizade foram construídos em meio ao envolvimento científico e aos diversos trabalhos realizados conjuntamente na graduação. Sua inteligência, dedicação e personalidade forte fazem seu sucesso profissional, hoje recompensado com prêmios e elogios. Espero, futuramente, que alcance uma carreira grandiosa a ser trilhada ao lado de seu esposo Edgard Guedes dos Passos. Vocês dois fazem parte da minha “família paulista” que, por muitas vezes, me ajudou a superar as tristezas e a renovar minhas energias para continuar minha caminhada em Araraquara.

À amiga e companheira Ana Patrícia P. S. Pereira, presente durante todo o curso de especialização e mestrado. Sou muito grata pelo seu incentivo e força nos momentos difíceis, pela troca de conhecimentos sobre Ortodontia, pela disposição em ajudar a qualquer momento, enfim, pela amizade verdadeira que construímos em meio a toda essa jornada.

À amiga Mariana Basílio, pelos incontáveis momentos de descontração. Você ajudou a tornar meu cotidiano mais leve graças aos bons momentos que passamos juntas.

Aos colegas de turma do mestrado, pelo convívio, solidariedade e amizade compartilhadas todo esse tempo.

Aos colegas de turma da especialização pelo compartilhamento não só de conhecimentos ortodônticos, como também pela descontração e clima de alegria que vocês passavam a cada encontro mensal.

Aos demais colegas de pós-graduação, sejam do mestrado ou doutorado, pela ajuda na forma de conselhos e ensinamentos valiosos que ajudaram a compor meus conhecimentos ortodônticos.

Aos funcionários do Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, Antonio Parciaseppe Cabrini, Célia Aparecida Brogna Braga da Silva, Cristina Ferreira Affonso, Dulce Helena de Oliveira, Odete Amaral, Pedro César Alves, Regina Aparecida Favarin

Bausells, Sílvia Maria Sandaniello, Sônia Maria Tircailo e Tânia Aparecida Moreira dos Santos, pelo auxílio diário no departamento.

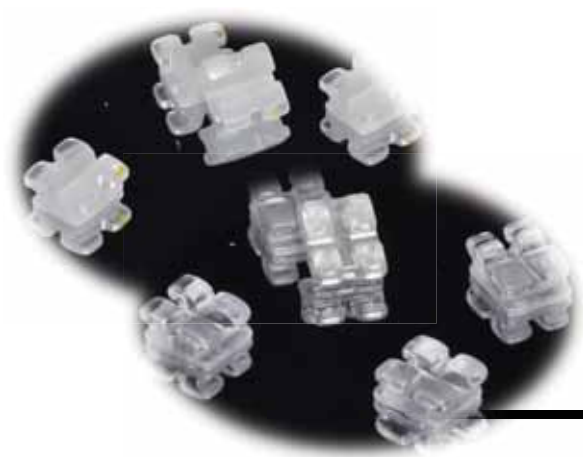
Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, Mara Cândida Munhoz do Amaral, Rosangela Aparecida Silva dos Santos, José Alexandre Garcia e Flávia Souza de Jesus, pela disposição em ajudar nas questões relacionadas ao curso de mestrado.

À Prof. Dra. Ana Maria Elias, pela análise estatística desta pesquisa. Agradeço à meticulosa atenção aos inúmeros dados conseguidos com este trabalho e à paciência em ensinar a interpretá-los.

À Maria do Carmo, pela constante disponibilidade em ajudar nos assuntos relacionados ao auxílio e bolsa desta pesquisa concedidos pela FAPESP.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão do auxílio à pesquisa e bolsa de mestrado, ambas ligadas a realização deste trabalho.

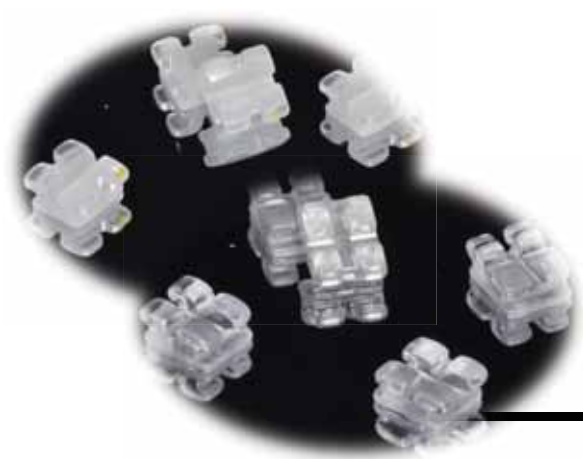
Aos funcionários do Gestos - Grupo de Estudos Ortodônticos e Serviços, pelo acolhimento carinhoso e todo apoio dispendido durante os três anos de permanência em Araraquara.



Sumário

SUMÁRIO

<i>RESUMO</i>	15
<i>ABSTRACT</i>	18
<i>1 INTRODUÇÃO</i>	21
<i>2 REVISÃO DE LITERATURA</i>	24
<i>3 PROPOSIÇÃO</i>	37
<i>3.1 OBJETIVO GERAL</i>	37
<i>3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	37
<i>4 MATERIAL E MÉTODO</i>	39
<i>4.1 AMOSTRA</i>	39
<i>4.2 SOLUÇÕES CORANTES</i>	40
<i>4.3 TEMPOS DE AVALIAÇÃO</i>	42
<i>4.4 AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO DE COR</i>	44
<i>4.5 AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL</i>	46
<i>4.6 ERRO DO MÉTODO</i>	47
<i>4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA</i>	47
<i>5 RESULTADO</i>	49
<i>5.1 ALTERAÇÃO DE COR</i>	49
<i>5.2 RUGOSIDADE SUPERFICIAL</i>	67
<i>6 DISCUSSÃO</i>	71
<i>7 CONCLUSÃO</i>	84
<i>8 REFERÊNCIAS</i>	86
<i>9 APÊNDICE</i>	95



Resumo

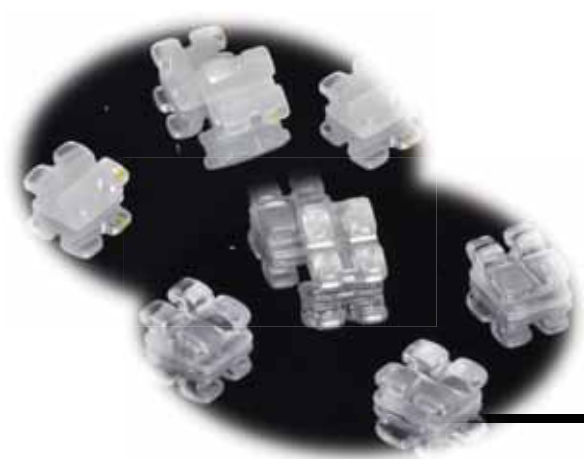
Oliveira CB. Análise in vitro da estabilidade de cor e rugosidade superficial de braquetes ortodônticos cerâmicos. [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2012.

RESUMO

Este estudo objetivou analisar, in vitro, a estabilidade de cor e rugosidade superficial de braquetes cerâmicos após imersão em soluções corantes. Sete braquetes cerâmicos de incisivo central superior direito de quatro marcas comerciais foram testados: dois monocristalinos e dois policristalinos. Os braquetes foram imersos em quatro soluções corantes (café, vinho tinto, Coca-Cola e chá preto) e em saliva artificial separadamente nos seguintes tempos: T0 (mensuração inicial), T1, T2, T3 e T4 (24 horas, 7,14 e 21 dias respectivamente). Outros sete braquetes de cada marca comercial foram imersos nas mesmas soluções e em tempos iguais aos anteriores, porém com intervalos de escovação diários. As alterações de cor foram avaliadas por espectrofotômetro de reflectância e a rugosidade superficial por meio de um Rugosímetro. Os dados foram avaliados pela Análise de Perfis Multivariados, Análise de Variância (ANOVA), teste de comparação múltipla de médias e Teste t de Student. Com base nos resultados, houve alteração perceptível de cor em todos os braquetes cerâmicos após 21 dias de imersão nas soluções de café (ΔE do Allure = 7,61, Inspire Ice = 6,09, Radiance=6,69, Transcend=7,44), chá preto (ΔE do Allure = 6,24, Inspire Ice = 5,21, Radiance=6,51, Transcend=6,14) e vinho tinto (ΔE do Allure =6,49 , Inspire Ice = 4,76, Radiance=5,19, Transcend=5,64), porém a alteração não foi perceptível para a Coca-Cola e saliva artificial ($\Delta E < 3,7$). Os braquetes submetidos à escovação apresentaram médias de alteração de cor significativamente menores e não perceptíveis, exceto para o chá preto. Rugosidade: Média Ra do Allure =0,277, Inspire Ice =0,262, Radiance=0,177, Transcend=0,367. A rugosidade variou apenas com o tempo de imersão. Concluiu-se que houve alteração de cor dos braquetes cerâmicos quando imersos nas soluções, porém, apenas com o café, chá preto e vinho tinto essa alteração foi perceptível. A estrutura monocristalina ou policristalina não influencia na forma de manchamento. A escovação diária reduziu de forma

significante a alteração de cor a níveis não visíveis ao olho humano, exceto para a solução de chá preto. Sobre a rugosidade superficial dos braquetes cerâmicos, não houve variação significativa entre as diferentes marcas, soluções e presença ou ausência de escovação, apenas o fator tempo de imersão foi capaz de promover alguma variação. O Radiance foi o braquete que apresentou menor rugosidade e o Transcend a maior média. O Inspire Ice e o Allure são semelhantes quanto à rugosidade superficial.

Palavras-chave: Braquete ortodôntico, Cor, Cerâmica



Abstract

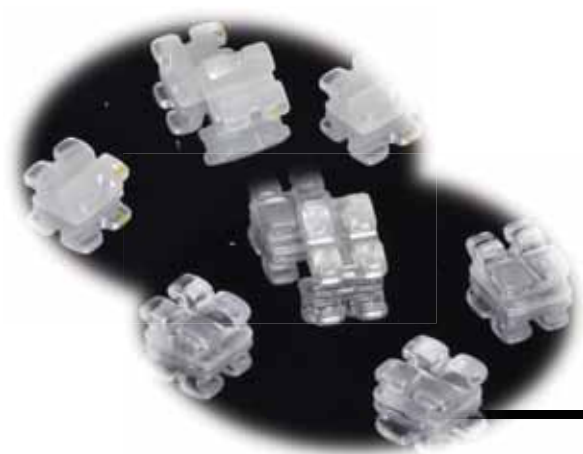
Oliveira CB. In vitro analysis of the color stability and surface roughness of ceramic orthodontic brackets. [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2012.

ABSTRACT

This study aimed to analyze in vitro the color stability and surface roughness of ceramic brackets after immersion in dye solutions. Seven ceramic brackets, upper right central incisor of four commercial brands were tested: two monocrystalline and two polycrystalline. The brackets were immersed separately in four staining solutions (coffee, red wine, Coca-Cola and black tea) and in artificial saliva at following times: T0 (initial measurement), T1, T2, T3 and T4 (24 hours, 7.14 and 21 days respectively). Other seven brackets of each brand were immersed in the same solutions and at same times as previous, but with brushing daily. The changes in color were evaluated by reflectance spectrophotometer and the surface roughness by a surface roughness gauger. The data were evaluated by Multivariate Analysis Profiles, Analysis of Variance (ANOVA), Multiple Comparison Test of means and Test t Student. Based on the results, there was perceptible change of color in all ceramic brackets after 21 days of immersion in coffee solution (ΔE of Allure = 7.61, Inspire Ice = 6,09, Radiance=6,69, Transcend=7,44), black tea (ΔE of Allure = 6,24, Inspire Ice = 5,21, Radiance=6,51, Transcend=6,14) and red wine (ΔE do Allure =6,49 , Inspire Ice = 4,76, Radiance=5,19, Transcend=5,64), but the change was not perceptible to the Coca-Cola and artificial saliva ($\Delta E < 3.7$). The brackets that were submitted to brushing showed average color change significantly smaller and not visible, except for black tea. Roughness: Ra Average of Allure = 0.277, Inspire Ice = 0.262, Radiance = 0.177, Transcend = 0.367. The roughness changed with the immersion time. It was concluded that there was a change in color of ceramic brackets when immersed in the solutions, but only with coffee, black tea and red wine that change was perceptible. The monocrystalline or polycrystalline structure doesn't affect in the form of staining. Daily brushing significantly reduced the color change to levels not visible to the human eye, except for the solution of black tea. About the surface roughness of the ceramic brackets,

there was no significant variation between different brands, solutions and presence or absence of brushing, only the immersion time factor was able to provide some variation. Radiance was the bracket with the lowest roughness and the Transcend with the highest average Inspire Ice and Allure are similar in surface roughness.

Keywords: Orthodontic Bracket, Color, Ceramics.



Introdução

1 INTRODUÇÃO

A introdução dos conceitos estéticos na Odontologia atual deve-se à evolução da indústria de materiais e de técnicas odontológicas. Dentro da Ortodontia, o primeiro impulso em direção a aparelhos ortodônticos fixos mais estéticos foi dado por Newman em 1965, que iniciou a colagem direta de acessórios ortodônticos aos dentes por meio do condicionamento ácido e resina epóxica⁵⁰.

Atualmente, o uso de recursos estéticos na Odontologia tem aumentado devido à crescente demanda de pacientes, principalmente adultos, que procuram por tratamento com materiais de aparência estética mais agradável. Na Ortodontia, isso não se faz diferente e a procura por tratamentos com acessórios discretos vem sendo uma busca incessante por parte dos pacientes cada vez mais exigentes com a beleza. Por isso, 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 necessidades⁵¹.

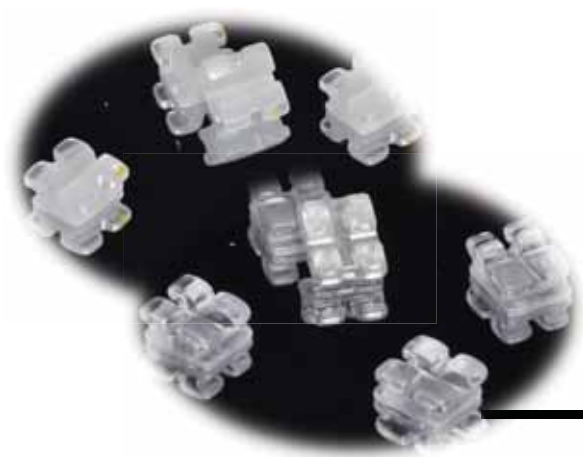
A indústria de materiais tem disponibilizado alternativas de tratamento estético, desenvolvendo tecnologias e técnicas de tratamento específicas, como a Ortodontia Lingual, o tratamento com alinhadores transparentes e o uso de braquetes estéticos translúcidos ou esbranquiçados. Dentre esses materiais, os braquetes estéticos são os mais viáveis economicamente e que permitem a realização de um procedimento ortodôntico convencional⁴⁰.

Os primeiros braquetes estéticos foram produzidos de policarbonato, mas, apesar de uma estética razoável, este material não fornecia propriedades adequadas para um bom desempenho clínico, mesmo após modificações estruturais realizadas pelos fabricantes para solucionar tais problemas^{18,42,44}.

Outro material foi selecionado para suprir a necessidade estética do mercado de acessórios ortodônticos e, a partir disso, surgiram os braquetes estéticos cerâmicos produzidos a base de óxido de alumínio e disponíveis de duas formas, de acordo com o processo de fabricação: policristalino e monocristalino^{37,40}. A diferença de manufatura reflete-se nas propriedades óticas dos braquetes, sendo o monocristalino mais translúcido que o policristalino²⁵.

Mesmo a estética sendo a única vantagem dos braquetes cerâmicos em relação aos metálicos, ela ainda não é estável ao longo do tempo. A alteração de cor desses acessórios, como relatam alguns autores, ocorre no ambiente oral por meio do manchamento por substâncias corantes que podem ser comumente encontradas nos alimentos e bebidas^{2,3,18,19,28}.

Entretanto, a alteração de cor e os fatores que levam a esse processo são os menos estudados. Por isso, este trabalho tem o objetivo de analisar, *in vitro*, a estabilidade de cor de braquetes estéticos (cerâmicos monocristalinos e policristalinos) e sua rugosidade superficial, após imersão em soluções corantes da dieta, bem como estudar se o método de escovação diária interfere na alteração de cor desses aparelhos.



Revisão de
Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Evolução dos braquetes estéticos

Os primeiros braquetes estéticos surgiram na década de 70 e foram confeccionados de policarbonato. Entretanto, eram visíveis as inconveniências deste material e apesar de apresentar estética favorável, vários estudos apontaram problemas clínicos ⁴².

Esse material apresentava características negativas quando comparado 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 ^{20, 56}. Os braquetes de policarbonato distorciam com o tempo sob um estresse fisiológico constante, como torque de 2000gf.mm, o que os tornam pouco resistentes para suportar longos tratamentos ou transmitir torque⁹. Em uma situação simulada intra-oral, Harzer et al.²³ (2004) relataram maiores perdas de torque e momentos de menor torque com braquetes de policarbonato significativamente, em comparação com braquetes metálicos.

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, havia instabilidade de cor e as distorções permaneceram significantes ^{18,44}. Por isso, alguns autores concluíram que o

seu uso deve ser restrito à casos em que o material cerâmico é contra-indicado e quando há restrições financeiras por parte do paciente ⁵⁶.

Posteriormente, a necessidade de aparelhos com propriedades mais atraentes levou os fabricantes, em meados da década de 1980, a desenvolver diversos modelos de braquetes cerâmicos. Estes acessórios apresentavam vantagens em relação aos braquetes plásticos (policarbonato), como maior dureza, resistência ao desgaste e à deformação, proporcionando maior capacidade de expressão de torque e maior estabilidade de cor ⁵⁷. Todavia, o uso clínico de braquetes cerâmicos tem resultado em problemas como maior atrito com os fios ortodônticos, possibilidade de causar desgastes em dentes antagonistas, quebra devido à sua alta friabilidade e excessiva resistência adesiva, podendo causar danos ao esmalte durante à sua remoção ⁵¹.

Para entender as características dos braquetes cerâmicos, torna-se importante conhecer a sua estrutura e propriedades ópticas a fim de proporcionar ao ortodontista o discernimento para melhor conduzir a terapêutica, indicar ou contra indicar determinado braquete e fazer um prognóstico confiável ⁴⁹.

Os braquetes cerâmicos atualmente disponíveis são compostos de óxido de alumínio, podendo ser de duas formas de acordo com o processo de fabricação: policristalinos ou monocristalinos, sendo a translucidez a diferença mais aparente entre os dois modelos ^{37,40}.

Os braquetes policristalinos, ou de alumina policristalina, constituem-se de cristais de óxido de alumínio, fusionados a altas temperaturas (próximo a 1.950 °C) de forma que possam ser moldados e posteriormente cortados

até o conformação do formato final do bráquete. Posteriormente, aplica-se um tratamento térmico para remoção das imperfeições da superfície e liberação de estresses estruturais criados durante a realização dos cortes ¹⁹.

Dentre os braquetes cerâmicos, estes são os mais comuns e populares, pela qualidade de seu material e pela relativa facilidade de produção em comparação com os braquetes de alumina monocristalina, sendo comercializados pela maioria das empresas que vendem braquetes ortodônticos. No entanto, esse processo de manufatura pode produzir falhas estruturais no acessório, como a presença de imperfeições estruturais ao redor dos grãos, ou de impurezas que funcionariam como uma região susceptível à propagação de linhas de fratura quando o material está sob estresse ^{40,45}.

Os monocristalinos constituem-se de cristais únicos, envolvendo a combinação das partículas de óxido de alumínio com um aglutinador, fundidos a alta temperatura (2100°C). Essa massa é resfriada vagarosamente, permitindo, assim, um cuidadoso controle da cristalização. Esse material é recortado no tamanho dos braquetes. Técnicas de corte ultrassônico, diamantado ou a combinação das duas são utilizadas para sua formatação. Após o corte, os braquetes de safira, como são chamados, são aquecidos para remover as imperfeições na superfície e para aliviar o estresse produzido pelos procedimentos de corte, reduzindo assim as falhas estruturais, porém elevando os custos de fabricação ^{40,45}.

Desta maneira, o processo de fabricação produz braquetes cerâmicos translúcidos e não translúcidos. Os braquetes monocristalinos são incluídos nos braquetes translúcidos enquanto que os policristalinos fazem parte dos

não translúcidos³⁸. A translucidez do braquete monocristalino é devido a dois motivos: a ausência dos limites entre cristais que causam a reflexão da luz e provocam a opacidade e a menor incorporação de impurezas durante o processo de manufatura²⁵.

Para terem boa aparência estética, os braquetes não translúcidos precisam ter cores e fluorescência semelhantes ao dente subjacente, enquanto que os translúcidos requerem uma translucidez que permita a passagem da cor e fluorescência do dente. No entanto, é imprescindível que ambos tenham boa estabilidade de cor³⁸.

Segundo Yu, Lee⁶⁴ (2011), o desempenho estético do braquete é influenciado pelo fabricante, o que significa que braquetes com a mesma composição feitos por diferentes fabricantes tem diferentes performances de cor.

Apesar da estética ser a única vantagem dos braquetes cerâmicos em relação aos metálicos, ela ainda não é completa, visto que alguns autores relatam que esses acessórios podem sofrer alterações de cor no ambiente oral devido ao seu manchamento por substâncias corantes presentes em alimentos e bebidas. Entretanto, suas propriedades ópticas são as menos estudadas^{2,18,19,28,44}.

2.2 A cor e seus métodos de avaliação.

A cor é uma impressão puramente subjetiva, resultante da interação entre objeto, fonte de luz e observador^{48,58,60}. A cor do objeto sofre variação dependendo do iluminante que incide nele de forma que se a luz incidente

não contém um segmento de comprimento de onda particular, o objecto pode não refletir isso. Corantes podem produzir um reflexão cromática da luz, pois sua composição química os fazem absorver de maneira seletiva mais uma parte do que outra do espectro visível ⁵.

A cor também pode sofrer variação de acordo com o seu observador. Isso pode ser explicado fisiologicamente pela distribuição de sensores na retina, que é única para cada indivíduo e é responsável pelas diferenças na discriminação de cor entre observadores com visão normal ⁶.

Dado seu caráter subjetivo, é preferível que as cores sejam mensuradas através de métodos de quantificação que permitam a expressão numérica da cor ^{54,60}. A alteração da cor dos materiais dentários pode ser avaliada visualmente e por meio de técnicas instrumentais como espectrofotômetro e colorímetro⁴⁶. Um estudo comprovou que o método visual tem se mostrado não confiável, pois oferece resultados inconsistentes nas especificações de percepção de cores entre observadores, ao contrário dos métodos instrumentais que eliminam a interpretação subjetiva ²².

Desenvolveu-se, então, a colorimetria, ramo da ciência da cor que determina numericamente a cor refletida por um objeto, assim como a diferença entre as cores de dois objetos diferentes ⁵³. Existem dois tipos principais de instrumentos para medir a cor de superfícies: espectrofotômetros de reflectância e colorímetros ^{43,60}.

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 ³⁹. 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 e luminescência) ⁶⁰.

Por outro lado, os 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 emitida do aparelho. A luz refletida pelo objeto, ao passar pelo prisma do instrumento, 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, os valores triestímulos (L^* , a^* e b^*) são calculados. Nesses valores, L^* é a medida do brilho do objeto (escala de 0 = preto a 100 = luz totalmente refletida), enquanto a^* é a medida da quantidade de vermelho ($+a^*$) e verde ($-a^*$) e b^* a quantidade de amarelo ($+b^*$) e azul ($-b^*$) ⁴³.

Dentre esses dois tipos de aparelhos, o espectrofotômetro é mais preciso na mensuração de cor, pois minimiza as perdas de luz nas bordas das amostras e maximiza a coleta de luz refletida em todas as direções ³³.

Tendo em vista a necessidade de se quantificar a cor por meio dos instrumentos acima citados, foram desenvolvidos sistemas para a identificação numérica da cor. Dentre eles, é muito utilizado o Sistema de avaliação colorimétrica de acordo com a Commission Internationale de l'Eclairage - CIE ⁷ (1985), método desenvolvido para caracterizar a cor baseado na percepção humana. Esse sistema utiliza os parâmetros (L^* , a^* e b^*) para a definição da cor. A alteração de cor (ΔE^*) é definida pela fórmula $\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$, 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^*ab são utilizados para comparação entre cores de dentes e restaurações, assim como cores de uma mesma amostra em momentos diferentes, avaliando se a amostra sofreu alteração de cor com o tempo ⁴³.

Para a odontologia estética, valores de manchamento com relevância clínica, ou seja, perceptível ao olho humano, são representados por uma alteração de cor maior que 2 unidades ($\Delta E^*ab > 2$) ⁵⁴. Outro estudo ¹¹, baseado em medidas de um aparelho espectrofotômetro, atribuiu o valor de alteração de cor considerada clinicamente perceptível a partir da média de ΔE^*ab de 2,6, e uma alteração média de cor de $\Delta E^*ab = 5,5$ foi considerada clinicamente inaceitável. Já um estudo realizado em restaurações de facetas de porcelana adotou o parâmetro de 3,7 a partir do qual era possível detectar uma mudança de cor visível ²⁶.

2.3 Fatores que alteram a cor

As alterações de cor dos braquetes estéticos ocorrem devido a fatores endógenos e exógenos. Estudos mostram que a causa da descoloração endógena nos braquetes de policarbonato se deve a irradiação ultravioleta e energia térmica, induzindo reações físico-químicas no polímero e produzindo alteração irreversível de cor ^{31, 36}.

Lee ³⁴ (2008), ao estudar a estabilidade de cor de braquetes estéticos após ciclagem térmica, observou alterações significantes nos parâmetros de cor de braquetes de policarbonato e cerâmicos, acima dos limites

perceptíveis ao olho humano ($\Delta E^*ab > 3.7$). Já os componentes exógenos que promovem manchamento na estrutura do braquete são os alimentos corantes ^{31, 36}.

A literatura sobre a estabilidade de cor de materiais ortodônticos é limitada, principalmente, para braquetes estéticos ¹⁴. Há alguns estudos sobre alteração de cor em braquetes de policarbonato. Todos esses mostram uma alteração significativa da cor desses aparelhos quando expostos, in vitro, a soluções corantes da dieta, como chá, café e vinho tinto ^{16,17}. Assim, segundo esses autores, os braquetes de policarbonato podem apresentar mudança de cor clinicamente inaceitável a longo prazo. Essa quantidade de descoloração está relacionada a estrutura do polímero e a maior rugosidade superficial do braquete de policarbonato ^{8,36}.

Para braquetes cerâmicos, destacam-se poucos trabalhos. Um deles é o estudo de Wriedt et al. ⁶³ (2007) que demonstrou alteração de cor acentuada em braquetes cerâmicos policristalinos quando imersos no café, chá preto e vinho tinto. Outra pesquisa foi realizada por Mendonça et al. ⁴¹ (2011), quando observou mudanças de cor em braquetes cerâmicos policristalinos quando imersos em café, refrigerante (soda-cola) e Listerine®.

O trabalho de Guignone ²¹ (2008) avaliou, in vitro, a estabilidade de cor de cinco tipos de braquetes estéticos cerâmicos, 4 policristalinos e 1 monocristalino, quando imersos em soluções corantes de café, vinho tinto e Coca-Cola. Os resultados mostraram que todos os braquetes testados sofreram alterações de cor em todas as soluções, sendo o tempo de exposição dos braquetes às soluções fator importante na alteração de cor desses acessórios. No entanto, a medição de cor deste trabalho foi realizada

na base dos braquetes desgastados por broca, não correspondendo à real superfície exposta ao meio bucal, tampouco às condições de superfície íntegra produzida pelo fabricante.

O mecanismo de manchamento dos braquetes cerâmicos ainda não está esclarecido pela literatura. Dessa forma, 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 ²¹.

Segundo a literatura, as variações na estabilidade de cor observada em diferentes marcas de braquetes cerâmicos podem ocorrer em virtude das propriedades químicas, composição, morfologia ou propriedades da superfície dos braquetes⁶⁵.

Em relação à estrutura cristalina dos braquetes cerâmicos, os resultados baseados no estudo de Lee³⁴ (2008) evidenciaram que a estrutura monocristalina ou policristalina para os braquetes cerâmicos não influenciaram na estabilidade de cor. Portanto, sugeriram que a propriedade superfície deve ter influenciado no manchamento ⁶⁵.

Um dos primeiros estudos, realizado por Kusy³² (1988), que estudou as propriedades de superfície de braquetes policristalinos, mostrou por imagens de eletromicrografia a variação na rugosidade dos braquetes de acordo com área avaliada.

Outro aspecto estudado foi a propriedade de rugosidade de matéria-prima de braquetes em oposição ao produto final, a fim de excluir a

interferência do tamanho, design e fatores morfológicos nas medidas. Os resultados mostraram que a rugosidade superficial variou significativamente entre matérias primas iguais de policarbonato, implicando na variabilidade na moldagem dos braquetes⁶⁵.

Alguns estudos observaram que os braquetes cerâmicos têm valores de rugosidade superficial do slot significativamente maior que os braquetes metálicos convencionais^{10,12,30}. No entanto, nenhum estudo avaliou a rugosidade superficial das aletas ou outras superfícies dos braquetes estéticos a fim de estudar se esse fator influencia na alteração de cor desse material.

O protocolo de investigação da rugosidade de superfície é importante e depende da técnica de mensuração²⁹. Há diversas formas de se medir e calcular parâmetros de rugosidade, além de inúmeros aparelhos utilizados para realizar tais medidas⁶².

O equipamento mais simples e comumente usado para medir a rugosidade da superfície de materiais odontológicos é o perfilômetro. Os perfilômetros ou rugosímetros mecânicos mensuram a rugosidade por meio de uma agulha de diamante que percorre a superfície enquanto é deslocada ao longo de uma linha reta. No entanto, o valor da mensuração é correspondente à topografia de uma única linha de uma área pré selecionada da superfície do material, cuja distribuição é assumida como representação do que ocorre em outras partes da superfície. Por isso, alguns estudos fazem repetidas mensurações em áreas diferentes e a sua média irá representar a real medida da superfície estudada⁴.

Outro equipamento utilizado em estudos de rugosidade superficial são

os microscópios ópticos e eletrônicos, no entanto, esse sistema de medição também apresenta desvantagens, pois requer a preparação adequada da amostra tal como revestimentos especiais ou tratamento a vácuo, além de fornecer apenas uma imagem de uma pequena área da superfície ^{4,62}.

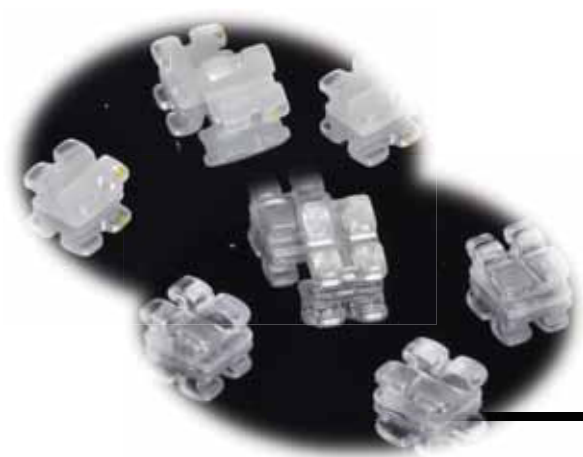
Um estudo observou, por meio de eletromicrografias de varredura a laser e reflexão especular, o aspecto geral e a magnitude quantitativa da rugosidade superficial de slots dos dois tipos de braquetes cerâmicos (monocristalino e policristalino). Os resultados evidenciam que os braquetes monocristalinos apresentam superfície significativamente menos rugosa que as amostras policristalinas ⁵².

Atualmente, a topografia da superfície de biomateriais tem sido caracterizada usando microscopia de força atômica (MFA), que pode fornecer informações tridimensionais sobre a morfologia de superfície e propriedades mecânicas ³⁵. Estudos recentes demonstraram que a MFA é uma técnica promissora para a avaliação de qualidades de superfície de materiais odontológicos ^{27,55}. Alguns estudos já fizeram uso da MFA para investigar a superfície de fios ortodônticos, devido à facilidade e à ausência da necessidade de pré-tratamento. No entanto há poucos relatos sobre a análise quantitativa da rugosidade da superfície de braquetes utilizando essa tecnologia. Além disso, essa técnica torna a medição muito trabalhosa e demorada ^{1, 4, 24,61}.

Destaca-se um estudo que objetivou medir a rugosidade da superfície do *slot* de vários tipos de braquetes, dentre eles dois monocristalinos (Inspire Ice e Perfect) e dois policristalinos (Cristalina Ve InVu), utilizando a Microscopia de Força Atômica (MFA). Os resultados mostraram que a

estrutura da superfície dos braquetes Inspire Ice e InVu eram mais lisas em comparação com as dos braquetes Cristalina V e Perfect, sugerindo que a composição do braquete não influencia na rugosidade superficial⁴⁷.

Estudos mais aprofundados sobre propriedades de superfície, como rugosidade e energia de superfície, bem como a morfologia dos braquetes estéticos, são necessárias para ajudar no melhoramento da estabilidade de cor desses aparelhos³⁴.



Proposição

3 PROPOSIÇÃO

3.1 OBJETIVO GERAL

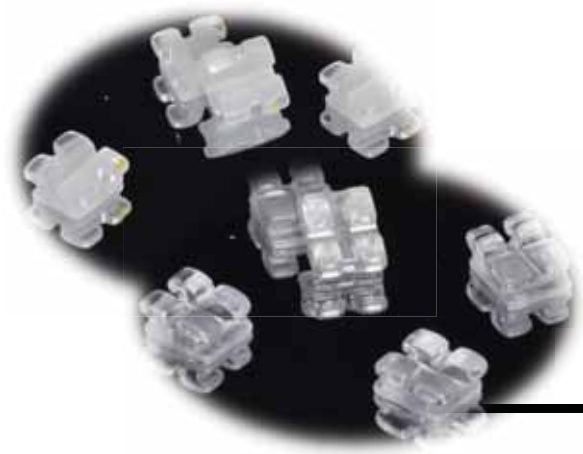
Analisar in vitro a estabilidade de cor e rugosidade superficial de quatro marcas de braquetes estéticos cerâmicos quando imersos em solução corante.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1 - Avaliar a estabilidade de cor de braquetes cerâmicos monocristalinos e policristalinos em soluções potencialmente corantes e em diversos tempos de imersão.

2- Analisar a rugosidade superficial dos braquetes e observar se ela se altera com o tempo de imersão nas soluções corantes.

3- Observar se a escovação diária interfere na rugosidade e estabilidade da cor dos braquetes cerâmicos.



Material
e Método

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Amostra

Utilizaram-se, para esta pesquisa, braquetes estéticos cerâmicos de incisivos centrais superiores direitos, os quais foram compostos por quatro marcas comerciais: duas marcas de braquetes monocristalinos - Inspire Ice da Ormco® e Radiance da American Orthodontics® e duas marcas de braquetes policristalinos - Allure MB da GAC® e Transcend da Unitek 3M®. Cada marca comercial foi constituída por sete braquetes (Quadro 1). A base de todos os braquetes cerâmicos foi desgastada com broca diamantada.

Quadro 1 - Braquetes estéticos, seus fabricantes e composições				
Braquete	N	Fabricante	Composição	
	Allure MB	7	GAC International Inc., Bohemia, Nova York, EUA	Policristalino
	Transcend	7	3M Unitek, Monrovia, Califórnia, EUA	Policristalino
	Inspire Ice	7	Ormco, West Collins Orange, CA	Monocristalino
	Radiance	7	American Orthodontics, Sheboygan, Wisconsin, EUA	Monocristalino

4.2 Soluções Corantes:

Utilizaram-se soluções de café, vinho tinto seco, Coca-Cola e chá preto como soluções corantes, além da saliva artificial como grupo controle (Quadro 2). Em temperatura ambiente, cada uma dessas soluções foram distribuídas separadamente em 4 recipientes de vidro com divisórias, de forma que cada recipiente armazenasse sete braquetes de cada marca comercial (Figura 1 e 2). Esses recipientes foram acondicionados em estufa a uma temperatura de 37°C referente à temperatura da boca e envoltos em saco plástico preto, para eliminar a interferência da luz. As soluções foram trocadas a cada 24 horas. O pH de cada solução foi mensurado por meio de pHmetro (Modelo 8010, Qualxtron) a cada troca das soluções para verificar a manutenção de suas características de pH.

Quadro 2 - Soluções utilizadas, suas respectivas marcas comerciais, pH e modo de preparo			
Solução	pH	Nome Comercial	Modo de preparo
Café	5,0	Nescafé tradição instantâneo (Nestlé Brasil Ltda)	Solução preparada com 50g do café solúvel para 200mL de água destilada fervida
Vinho Tinto	3,3	Vinho tinto seco de mesa (Canção - Serra Gaúcha – RS)	Solução pronta
Chá preto	5,2	Chá preto em saquinhos (Leão Junior S.A.)	Solução preparada com 1 sachê do chá imerso em 200mL de água destilada fervida
Coca-Cola	2,4	Produto Coca-Cola®	Solução pronta
Saliva artificial	7,0	Saliva artificial manipulada na Farmácia Santa Paula – Araraquara – SP (pH neutro, sem sabor e odor).	Solução manipulada pela farmácia

* Todas as soluções foram distribuídas nos recipientes a temperatura ambiente.

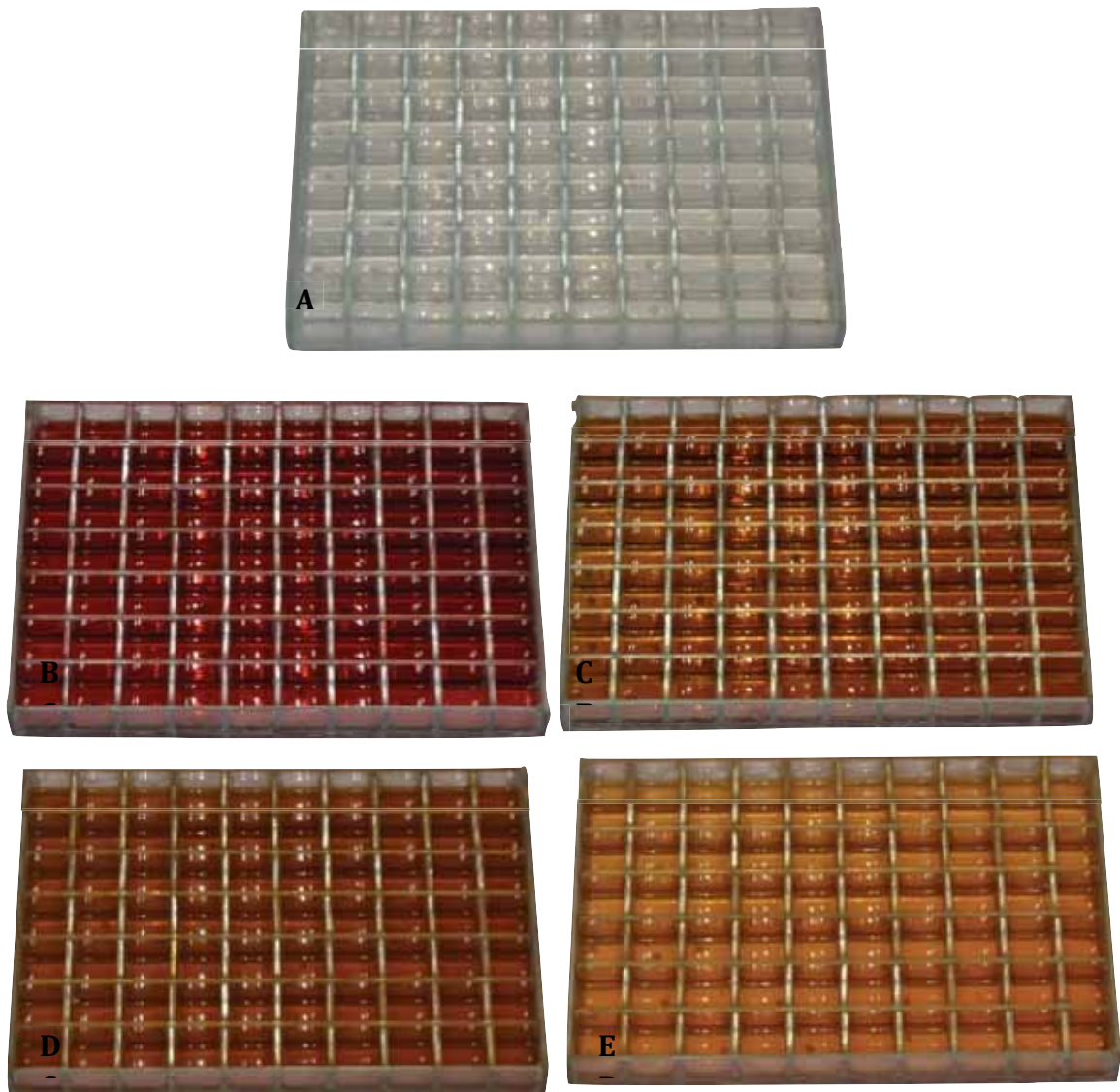


FIGURA 1 - RECIPIENTES DE VIDRO COM AS SOLUÇÕES: SALIVA ARTIFICIAL (A), VINHO TINTO (B), COCA-COLA (C), CAFÉ (D) E CHÁ PRETO (E).



FIGURA 2 - IMAGEM AMPLIADA DE UM COMPARTIMENTO COM O BRAQUETE ACONDICIONADO NA SOLUÇÃO DE VINHO TINTO.

4.3 Tempos de avaliação:

Os braquetes foram avaliados para alteração de cor após imersão em quatro soluções corantes, café, vinho tinto, Coca-Cola e chá preto, separadamente nos seguintes tempos: T0 (braquetes lavados com água destilada por 10s, secos com papel absorvente e inicial mensuração realizada), T1, T2, T3 e T4 (braquetes imersos em solução corante por 24 horas, 7, 14 e 21 dias, respectivamente). Para comparação, utilizaram-se grupos controles com braquetes de cada marca imersos em saliva artificial nos mesmos tempos. Além disso, outros sete braquetes de cada marca comercial foram imersos nas mesmas soluções e em tempos iguais aos anteriores, porém com intervalos de escovação diários, 2 vezes ao dia, por meio de uma máquina simuladora de escovação (Mavtec[®], Ribeirão Preto) (Figura 3). Para isso, foram utilizadas escovas dentais macias da marca Tek[®], e solução com dentifrício Colgate[®] Máxima Proteção Anticáries (diluição de 100g de creme dental em 100ml de água destilada). A velocidade de escovação foi de 46 ciclos por minuto, totalizando 3 minutos de escovação diários e um peso sobre os espécimes de 200g. Para acomodar os braquetes na máquina, eles foram fixados com silicona pesada de condensação de forma a estarem salientes 1mm em relação a silicona, permitindo a atuação perpendicular, eficiente e uniforme das cerdas das escovas (Figura 4).

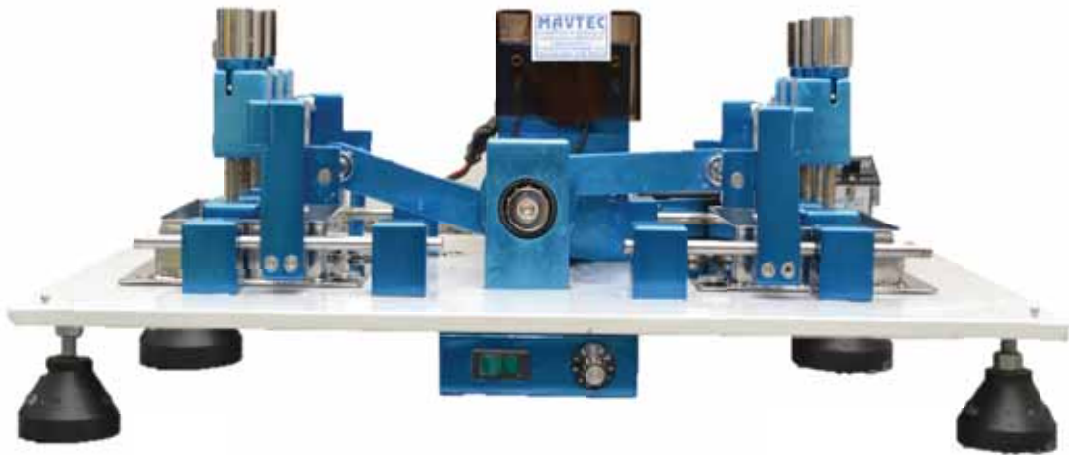


FIGURA 3 - MÁQUINA DE ESCOVAÇÃO MAVTEC® (RIBEIRÃO PRETO).



FIGURA 4 - VISÃO APROXIMADA DO POSICIONAMENTO DOS BRAQUETES NA MATRIZ DE SILICONA INSERIDOS NA MÁQUINA DE ESCOVAÇÃO MAVTEC® .

4.4 Avaliação da alteração de cor:

A alteração de cor de cada grupo de braquetes foi avaliada por meio de espectrofotômetro de reflectância portátil (Espectro-guide, Byk Gardner®, USA) (Figura 5).

A mensuração das possíveis alterações de cor dos braquetes 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 cor ⁴³. O sistema de avaliação de cores de acordo com a *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) determina a cor de forma quantitativa por meio 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. Por sua vez, 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 por meio da seguinte equação:

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

As alterações nos parâmetros de cor (ΔL^* , Δa^* e Δb^*) foram calculadas subtraindo-se os valores finais dos valores iniciais (T0):

$$\Delta L^* = L^*1 - L^*0 \text{ (leitura após imersão menos leitura inicial T0)}$$

$$\Delta a^* = a^*1 - a^*0 \text{ (leitura após imersão menos leitura inicial T0)}$$

$$\Delta b^* = b^*1 - b^*0 \text{ (leitura após imersão menos leitura inicial T0).}$$

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



FIGURA 5 - VISTA FRONTAL DO ESPECTROFOTÔMETRO DE REFLECTÂNCIA (ESPECTRO GUIDE) (A), DO POSICIONADOR COM O BRAQUETE INSERIDO (B) E VISTA LATERAL DE TODO O CONJUNTO POSICIONADO PARA MENSURAR A COR (C).

4.5 Avaliação da rugosidade superficial:

Para a realização das leituras de rugosidade das superfícies dos braquetes, utilizou-se o rugosímetro digital SurfTest SJ-400 (Mitutoyo® - Japão) (Figura 6). O rugosímetro foi ajustado com um cut-off de 0,25mm e a amplitude do movimento de leitura da ponta do rugosímetro foi de 0.3mm. O parâmetro utilizado foi o Ra (Rugosidade Média: é a média ritmética dos desvios de rugosidade do perfil). As leituras foram realizadas por meio de um único operador, sendo estas repetidas 2 vezes em 4 áreas correspondentes às aletas dos braquetes, para assegurar a precisão da leitura. O valor final da rugosidade foi realizado por meio da média das 4 áreas medidas em diferentes regiões da superfície das aletas.

Observou-se também se as soluções de café, vinho tinto seco, Coca-Cola, chá preto e saliva artificial afetam a superfície dos braquetes cerâmicos com o tempo de imersão. O estudo da alteração da rugosidade foi estabelecido usando a diferença entre os valores de Ra final (após 21 dias de imersão do braquete na solução corante) e Ra inicial (valor de Ra mensurado no braquete como recebido pelo fabricante), como na fórmula a seguir:

Alteração rugosidade: Ra final – Ra inicial



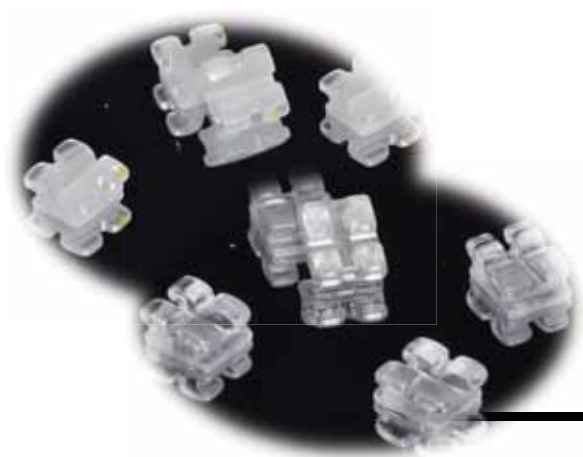
FIGURA 6 - RUGOSÍMETRO UTILIZADO PARA MENSURAR A RUGOSIDADE SUPERFICIAL DOS BRAQUETES CERÂMICOS.

4.6 Erro do método:

Para avaliar o erro do método, foram realizadas duas mensurações de cada variável, em todos os elementos da amostra. A reprodutibilidade foi avaliada utilizando-se o Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC).

4.7 Análise Estatística

Os dados obtidos foram avaliados por meio de Análise de Perfis Multivariados, Análise de Variância (ANOVA), teste de comparação múltipla de médias e Test t de Student.



Resultado

5 RESULTADO

Este é um estudo experimental com medidas repetidas no tempo em uma mesma unidade amostral, em que o tempo de exposição é um importante fator a ser considerado pela possibilidade de ação cumulativa do efeito dos demais fatores sobre a alteração de cor e rugosidade superficial. Para avaliar o efeito do tempo neste tipo de experimento, a técnica estatística mais recomendada é a análise de perfis multivariados. Neste estudo, nas análises multivariadas, empregou-se o teste Traço de Pillai.

5.1 Alteração de Cor

Na Tabela 1, são apresentados os resultados dos testes multivariados que permitem avaliar a alteração da cor no tempo e as interações entre tempo e os demais fatores, quais sejam marca, solução e escovação. Os resultados mostram que a cor dos braquetes se altera no tempo, (os perfis de alteração de cor no tempo não são constantes). Mostram também que a alteração da cor nas diferentes marcas não apresenta o mesmo comportamento no tempo (os perfis de alteração de cor no tempo, nas diferentes marcas, não são paralelos). O mesmo é observado para tipo de solução e para escovação. Pode-se notar que a alteração de cor no tempo depende da combinação marca-solução, marca-escovação ou, ainda, solução-escovação. As medidas descritivas da alteração de cor dos braquetes cerâmicos nos 4 tempos de imersão estudados, por solução, marca e presença ou ausência de escovação estão na Tabela 1A do Apêndice.

Tabela 1 - Teste multivariado Traço de Pilai para a significância dos componentes do modelo de alteração de cor. Fator intra indivíduo = tempo.

Efeito Tabela 1	Traço de Pilai	Teste F				
		F	gl1	gl2	p	poder
Tempo	0,945	1419,643	3	250	<0,001	>0,999
Tempo * Marca	0,776	29,296	9	756	<0,001	>0,999
Tempo * Solução	1,441	58,208	12	756	<0,001	>0,999
Tempo * Escovação	0,601	125,578	3	250	<0,001	>0,999
Tempo * Marca * Solução	0,560	4,816	36	756	<0,001	>0,999
Tempo * Marca * Escovação	0,234	7,106	9	756	<0,001	>0,999
Tempo * Solução * Escovação	0,750	20,998	12	756	<0,001	>0,999

Obs.: gl1 = graus de liberdade do numerador e gl2= graus de liberdade do denominador.

A característica da matriz de variâncias-covariâncias dos dados não permite que sejam feitas, com segurança, inferências sobre diferenças entre marcas, tipo de solução e escovação por meio de análise multivariada, no que diz respeito à alteração de cor do braquetes. De qualquer modo, esta análise não contribuiria muito para a compreensão do processo de alteração da cor no tempo, pois as comparações seriam feitas com as médias das alterações de cor, ignorando o tempo.

Assim, a comparação do manchamento dos diferentes tipos de braquetes no tempo foi feito por meio de Análise de Variância (ANOVA) com um critério de classificação e Testes de Comparação Múltipla de Médias de Bonferroni. Estas análises foram precedidas de um teste de homogeneidade de variâncias. Se a homogeneidade das variâncias foi rejeitada, a ANOVA foi substituída pelo teste de Brown-Forsythe e a comparação múltipla de médias foi feita com o Teste de Tamhane.

- Estudo comparativo das marcas de braquetes cerâmicos por solução e tempo, sem escovação.

As marcas de braquetes foram comparadas quanto à alteração produzida por cada uma das soluções, em cada um dos tempos, sem escovação. Os resultados dos testes encontram-se na Tabela 2.

Os resultados mostram que a média das alterações de cor dos braquetes Transcend, produzida pela saliva, é menor que a das demais marcas nos três primeiros tempos. Em 21 dias, a média das alterações do Inspire Ice se iguala ao Transcend. Ambas são menores que as médias do Allure e Radiance, sendo esta última a marca que apresentou maior alteração em média.

Em 24 horas, o Allure e o Radiance apresentam as menores médias de alteração de cor, quando expostas à coca-cola. Em 7 dias, o Transcend apresenta média de alteração de cor significativamente menor que as das demais marcas e em 14 dias não há diferença significativa entre a média desta marca com o Inspire Ice. Também em 21 dias, o Inspire Ice apresenta mesmo desempenho que o Transcend, sendo que ambos apresentam médias de alterações menores que o Allure e o Radiance.

Não há diferença significativa na média das alterações da cor dos braquetes das diferentes marcas no início da exposição (24 horas) ao café. À partir deste momento, as médias das alterações dos braquetes Inspire Ice expostos ao café são menores que a das outras marcas. Em 21 dias, a média das alterações de cor do Transcend e Allure é igual, estatisticamente, e maior que a das demais marcas.

A média das alterações de cor promovidas pelo chá preto em braquetes Inspire Ice é maior que os braquetes Radiance, Allure e Transcend em 24 horas. Entretanto, nos demais períodos, ela é significativamente menor que as outras. Nas outras marcas, não há diferença significativa na média de alteração de cor quando expostas ao chá por um tempo maior.

As médias das alterações da cor promovidas pelo vinho em braquetes Transcend e Radiance nas primeiras 24 horas é significativamente menor que as médias dos braquetes Inspire Ice e Allure. Entretanto, com 21 dias, a média de alteração de cor do braquete Inspire Ice é a menor, mas não há evidência de diferença entre ele e braquetes Radiance. Neste período, braquetes Allure apresentam média de alteração maior que as de outras marcas.

Em uma análise geral do comportamento óptico, pode-se notar que braquetes de mesma constituição cristalina não seguem um padrão semelhante de média de alteração de cor, ou seja, a estrutura monocristalina ou policristalina não interfere na forma de manchamento do braquete.

Em todas as marcas de braquetes, observou-se um padrão geral de aumento crescente da alteração de cor com o tempo de imersão nas soluções. Ainda, pode-se destacar uma maior alteração de cor inicial para o braquete Inspire Ice. Contudo, esse manchamento se mantém constante com o passar do tempo, chegando, em 21 dias, a se igualar às menores médias ou até obter a menor média de alteração de cor. Comportamento diferente é encontrado nas demais marcas de braquetes que aumentam muito a alteração de cor à medida que se aumenta o tempo de imersão.

Tabela 2 - Média e desvio padrão da alteração da cor (ΔE^{*ab}) por marca e tempo, resultado da Análise de Variância para a hipótese em que as médias das marcas, em cada tempo, são iguais e resultado do teste de comparação múltipla de médias – Sem escovação.

Tempo de imersão	ALLURE	INSPIRE ICE	RADIANCE	TRANSCEND	ANOVA	
	ΔE^{*ab} Média (dp)	ΔE^{*ab} Média (dp)	ΔE^{*ab} Média (dp)	ΔE^{*ab} Média (dp)	F	p
SALIVA ARTIFICIAL						
24 horas	1,26 ^A (0,20)	1,07 ^{AB} (0,13)	0,81 ^B (0,47)	0,29 ^C (0,14)	16,79	0,000
7 dias	1,27 ^{AB} (0,27)	1,10 ^A (0,32)	1,68 ^B (0,48)	0,41 ^C (0,09)	19,35	0,000
14 dias	1,43 ^A (0,29)	1,06 ^A (0,12)	1,37 ^A (0,40)	0,44 ^B (0,17)	20,09	0,000
21 dias	1,45 ^A (0,30)	0,46 ^B (0,10)	1,82 ^C (0,30)	0,64 ^B (0,17)	53,58	0,000
COCA COLA						
24 horas*	1,40 ^A (0,21)	2,22 ^B (0,10)	1,29 ^A (0,14)	1,65 ^{AB} (0,78)	7,01	0,014
7 dias	2,43 ^A (0,20)	2,02 ^B (0,21)	2,29 ^{AB} (0,13)	1,53 ^C (0,30)	23,03	0,000
14 dias	2,50 ^A (0,33)	2,13 ^{BC} (0,19)	2,43 ^{AC} (0,18)	1,89 ^B (0,13)	11,11	0,000
21 dias	2,63 ^A (0,21)	2,02 ^B (0,25)	2,48 ^A (0,18)	1,89 ^B (0,18)	20,61	0,000
CAFÉ						
24 horas	2,28 (0,27)	2,44 (0,18)	2,16 (0,34)	2,47 (0,24)	2,14	0,126
7 dias	5,16 ^A (0,48)	3,57 ^B (0,34)	5,33 ^A (0,30)	5,05 ^A (0,23)	37,75	0,000
14 dias	5,47 ^A (0,32)	4,97 ^B (0,37)	5,91 ^A (0,34)	5,94 ^A (0,22)	14,44	0,000
21 dias	7,61 ^A (0,44)	6,09 ^B (0,38)	6,69 ^C (0,42)	7,44 ^A (0,31)	22,59	0,000
CHÁ PRETO						
24 horas	0,99 ^A (0,24)	1,74 ^B (0,22)	1,27 ^A (0,25)	1,19 ^A (0,15)	14,84	0,000
7 dias	3,23 ^A (0,34)	2,17 ^B (0,20)	3,51 ^A (0,24)	3,15 ^A (0,13)	41,09	0,000
14 dias	4,77 ^A (0,23)	4,29 ^B (0,28)	5,44 ^C (0,24)	4,73 ^A (0,30)	22,72	0,000
21 dias	6,24 ^A (0,39)	5,21 ^B (0,38)	6,51 ^A (0,20)	6,14 ^A (0,39)	18,42	0,000
VINHO TINTO						
24 horas*	3,07 ^A (0,51)	3,62 ^A (0,27)	1,83 ^B (0,27)	2,04 ^B (0,14)	47,30	0,000
7 dias	5,21 ^A (0,44)	3,63 ^B (0,39)	4,24 ^C (0,43)	3,50 ^B (0,24)	28,84	0,000
14 dias	5,76 ^A (0,33)	4,53 ^B (0,57)	5,26 ^{AC} (0,21)	4,91 ^{BC} (0,29)	13,67	0,000
21 dias	6,49 ^A (0,47)	4,76 ^B (0,69)	5,19 ^{BC} (0,31)	5,64 ^C (0,33)	16,94	0,000

Obs. 1. Nos tempos marcados com * as variâncias das Marcas não são iguais. Neste caso, a ANOVA foi substituída pelo teste de Brown-Forsythe

2. Letras iguais ao lado das médias indicam médias estatisticamente iguais. Letras não são apresentadas quando o resultado da ANOVA foi não significativo ou quando o teste de comparação múltipla de médias não foi capaz de detectar as médias diferentes.

- Estudo comparativo das marcas de braquetes cerâmicos por solução e tempo, com escovação.

Nesta etapa, as marcas de braquetes foram comparadas quanto à alteração produzida por cada uma das soluções em cada um dos tempos, sob a condição única de escovação. Os resultados dos testes encontram-se na Tabela 3.

Os resultados mostram que a alteração de cor dos braquetes produzida pela saliva em 24 horas é estatisticamente igual nas quatro marcas. Nos demais tempos de imersão, há diferenças significativas entre as marcas, mas nenhuma delas pode ser considerada melhor que todas as demais. Em 21 dias, o teste de comparação múltipla de médias não foi capaz de detectar as médias diferentes.

A Coca-Cola, no início do período estudado, altera menos a cor dos braquetes Transcend. Todavia, com o passar do tempo não é mais possível detectar diferenças nas médias das alterações entre o Transcend e o Allure. A Coca-Cola produz, em média, maior alteração de cor no braquete Radiance.

O café tende a alterar a cor em maior magnitude nos Braquetes Radiance do que nas demais marcas, ao contrário dos braquetes Allure e Transcend, que se apresentam semelhantes e com as menores médias de manchamento. Há diferença significativa na média das alterações da cor dos braquetes Inspire Ice em comparação com o Allure e Transcend apenas no início da exposição.

A média das alterações promovidas pelo chá preto em braquetes Radiance é significativamente maior que a das demais marcas no início do estudo, mas, em períodos maiores de exposição de até 21 dias, não é possível detectar diferenças entre ela e as médias das demais marcas.

As médias das alterações da cor promovidas pelo vinho tinto em braquetes Transcend nos dois primeiros tempos do estudo, 24 horas e 7 dias, são significativamente menores que as médias dos braquetes das outras marcas. Entretanto, depois de 21 dias, não é possível detectar diferenças significantes nas médias das alterações em braquetes Allure, Inspire Ice e Transcend. Braquetes Radiance apresentam alteração média maior que as das demais marcas.

Ao reunir todas essas observações, torna-se evidente que a escovação dentária modificou o padrão de alteração de cor dos braquetes com o tempo de imersão nas soluções. Com a introdução de escovações diárias, o braquete Inspire Ice pode ser comparado, em termos de alteração de cor, com os braquetes Allure e Transcend em todas as soluções. Já o braquete Radiance apresenta uma tendência maior de manchamento para quase todas as soluções, com exceção da saliva artificial e do chá preto, onde apesar de se manter com as maiores médias, não houve diferença estatística entre as demais marcas de braquetes.

Tabela 3 - Média e desvio padrão da alteração da cor (ΔE^{*ab}) por marca e tempo, resultado da Análise de Variância para a hipótese de que as médias das marcas, em cada tempo, são iguais e resultado do teste de comparação múltipla de médias – Com escovação.

Tempo de imersão	ALLURE	INSPIRE ICE	RADIANCE	TRANSCEND	ANOVA	
	ΔE^{*ab} Média (dp)	ΔE^{*ab} Média (dp)	ΔE^{*ab} Média (dp)	ΔE^{*ab} Média (dp)	F	p
SALIVA ARTIFICIAL						
24 horas	0,45 (0,36)	0,70 (0,23)	0,74 (0,23)	0,44 (0,16)	2,72	0,075
7 dias*	0,71 ^{ABC} (0,47)	0,53 ^{AC} (0,31)	1,27 ^B (0,25)	0,43 ^C (0,10)	10,05	0,001
14 dias*	1,01 ^{ABC} (0,53)	0,48 ^{AC} (0,17)	1,48 ^B (0,46)	0,37 ^C (0,16)	13,44	0,000
21 dias*	1,12 (0,54)	0,36 (0,31)	0,88 (0,46)	0,42 (0,15)	6,08	0,005
COCA COLA						
24 horas	1,01 ^A (0,40)	1,41 ^A (0,28)	1,17 ^A (0,26)	0,45 ^B (0,25)	12,66	0,000
7 dias	0,52 ^A (0,13)	1,22 ^B (0,15)	1,85 ^C (0,24)	0,83 ^D (0,13)	81,01	0,000
14 dias	0,56 ^A (0,16)	1,53 ^B (0,15)	2,09 ^C (0,2)	0,82 ^A (0,26)	87,09	0,000
21 dias	0,63 ^{AB} (0,16)	0,90 ^A (0,18)	2,19 ^C (0,23)	0,60 ^B (0,19)	108,7	0,000
CAFÉ						
24 horas	0,56 ^A (0,18)	1,01 ^B (0,25)	1,64 ^C (0,26)	0,45 ^A (0,10)	47,84	0,000
7 dias	1,82 ^{AB} (0,34)	1,25 ^A (0,22)	2,29 ^B (0,42)	1,34 ^A (0,52)	10,68	0,000
14 dias	1,86 ^A (0,37)	1,59 ^A (0,26)	2,90 ^B (0,92)	1,48 ^A (0,40)	9,96	0,002
21 dias*	2,50 ^A (0,58)	1,86 ^A (0,26)	4,18 ^B (1,04)	2,10 ^A (0,34)	19,09	0,000
CHÁ PRETO						
24 horas	0,59 ^A (0,33)	1,33 ^B (0,21)	1,57 ^B (0,26)	0,32 ^A (0,16)	39,65	0,000
7 dias	2,58 ^A (0,28)	2,25 ^A (0,44)	3,30 ^B (0,37)	2,49 ^A (0,35)	10,78	0,000
14 dias*	4,62 (0,37)	4,38 (0,95)	4,89 (0,35)	4,26 (0,45)	1,57	0,246
21 dias	5,42 ^{AB} (1,13)	4,35 ^A (0,72)	5,02 ^{AB} (0,86)	5,70 ^B (0,38)	3,57	0,036
VINHO TINTO						
24 horas	1,08 ^A (0,21)	2,11 ^B (0,27)	1,18 ^A (0,28)	0,60 ^C (0,19)	47,37	0,000
7 dias*	2,07 ^A (0,26)	2,19 ^A (0,58)	2,17 ^A (0,13)	1,33 ^B (0,38)	8,28	0,002
14 dias	1,78 ^{AC} (0,20)	2,1 ^{AB} (0,24)	2,35 ^B (0,23)	1,54 ^C (0,29)	15,28	0,000
21 dias	1,80 ^A (0,21)	1,90 ^A (0,42)	2,52 ^B (0,31)	1,67 ^A (0,45)	7,60	0,001

Obs. 1. Nos tempos marcados com * as variâncias das Marcas não são iguais. Neste caso, a ANOVA foi substituída pelo teste de Brown-Forsythe

2. Letras iguais ao lado das médias indicam médias estatisticamente iguais. Letras não são apresentadas quando o resultados da ANOVA foi não significante ou quando o teste de comparação múltipla de médias não foi capaz de detectar as médias diferentes.

- Estudo comparativo das soluções corantes, para marcas e tempos, sem escovação.

Nesta avaliação, as soluções foram comparadas quanto à alteração de cor que produziram em cada uma das marcas de braquetes em cada um dos tempos. Os resultados dos testes encontram-se na Tabela 4.

A alteração de cor foi considerada significativa clinicamente apenas a partir de valores de $\Delta E^*ab > 3,7$ (Guignone, 2008; Lee, 2008; Mendonça et al., 2011). Com isso, verifica-se que a saliva artificial e a Coca-Cola não produziram uma alteração suficiente para ser notada pelo olho humano, diferente do café, chá preto e vinho tinto, que promoveram alterações visíveis, em geral, a partir de 7 dias de imersão.

O café foi a solução corante que mais produziu alteração de cor após 21 dias de imersão para todos os braquetes, exceto para o Transcend, onde, apesar de maior média, foi semelhante, estatisticamente, ao chá preto.

O vinho tinto e o chá preto foram semelhantes estatisticamente em relação ao manchamento de braquetes cerâmicos para a maioria das situações ao final do experimento, com exceção para o braquete Radiance e Transcend.

Tabela 4 - Média e desvio padrão da alteração da cor (ΔE^{*ab}) por marca e tempo, resultado da Análise de Variância para a hipótese em que as médias das marcas, em cada tempo são iguais e o resultado do teste de comparação múltipla de médias – sem escovação

Tempo de imersão	SALIVA ARTIFICIAL	COCA COLA	CAFÉ	CHÁ PRETO	VINHO TINTO	Anova	
	ΔE^{*ab} Média (dp)	ΔE^{*ab} Média (dp)	ΔE^{*ab} Média (dp)	ΔE^{*ab} Média (dp)	ΔE^{*ab} Média (dp)	F	p
ALLURE							
24 horas	1,26 ^A (0,2)	1,4 ^A (0,21)	2,28 ^B (0,27)	0,99 ^A (0,24)	3,07 ^B (0,51)	53,53	0,000
7 dias	1,27 ^A (0,27)	2,43 ^B (0,2)	5,16 ^C (0,48)	3,23 ^D (0,34)	5,21 ^C (0,44)	158,86	0,000
14 dias*	1,43 ^A (0,29)	2,5 ^B (0,33)	5,47 ^C (0,32)	4,77 ^D (0,23)	5,76 ^C (0,33)	280,48	0,000
21 dias	1,45 ^A (0,3)	2,63 ^B (0,21)	7,61 ^C (0,44)	6,24 ^D (0,39)	6,49 ^D (0,47)	359,29	0,000
INSPIRE ICE							
24 horas	1,07 ^A (0,13)	2,22 ^B (0,1)	2,44 ^B (0,18)	1,74 ^C (0,22)	3,62 ^D (0,27)	173,66	0,000
7 dias*	1,1 ^A (0,32)	2,02 ^B (0,21)	3,57 ^C (0,34)	2,17 ^B (0,2)	3,63 ^C (0,39)	90,93	0,000
14 dias*	1,06 ^A (0,12)	2,13 ^B (0,19)	4,97 ^C (0,37)	4,29 ^D (0,28)	4,53 ^{CD} (0,57)	173,26	0,000
21 dias	0,46 ^A (0,1)	2,02 ^B (0,25)	6,09 ^C (0,38)	5,21 ^D (0,38)	4,76 ^D (0,69)	233,33	0,000
RADIANCE							
24 horas	0,81 ^A (0,47)	1,29 ^{BCD} (0,14)	2,16 ^B (0,34)	1,27 ^C (0,25)	1,83 ^D (0,27)	33,90	0,000
7 dias	1,68 ^A (0,48)	2,29 ^B (0,13)	5,33 ^C (0,3)	3,51 ^D (0,24)	4,24 ^E (0,43)	497,23	0,000
14 dias	1,37 ^A (0,4)	2,43 ^B (0,18)	5,91 ^C (0,34)	5,44 ^D (0,24)	5,26 ^D (0,21)	706,24	0,000
21 dias*	1,82 ^A (0,3)	2,48 ^B (0,18)	6,69 ^C (0,42)	6,51 ^D (0,2)	5,19 ^E (0,31)	713,58	0,000
TRANSCEND							
24 horas	0,29 ^A (0,14)	1,65 ^A (0,78)	2,47 ^B (0,24)	1,19 ^A (0,15)	2,04 ^B (0,14)	19,64	0,000
7 dias*	0,41 ^A (0,09)	1,53 ^B (0,3)	5,05 ^C (0,23)	3,15 ^D (0,13)	3,5 ^E (0,24)	131,54	0,000
14 dias	0,44 ^A (0,17)	1,89 ^B (0,13)	5,94 ^C (0,22)	4,73 ^D (0,3)	4,91 ^D (0,29)	358,04	0,000
21 dias	0,64 ^A (0,17)	1,89 ^B (0,18)	7,44 ^C (0,31)	6,14 ^C (0,39)	5,64 ^D (0,33)	415,68	0,000

Obs. 1. Nos tempos marcados com * as variâncias das Marcas não são iguais. Neste caso, a ANOVA foi substituída pelo teste de Brown-Forsythe

2. Letras iguais ao lado das médias indicam médias estatisticamente iguais. Letras não são apresentadas quando o resultados da ANOVA foi não significativa ou quando o teste de comparação múltipla de médias não foi capaz de detectar as médias diferentes.

- Estudo comparativo das soluções corantes, por marcas e tempos, com escovação.

Nesta avaliação, as soluções foram comparadas quanto à alteração de cor que produziram em cada uma das marcas de braquetes em cada um dos tempos, porém estes braquetes foram submetidos a momentos que simularam a escovação dentária. Os resultados dos testes encontram-se na Tabela 5.

Por meio desses dados, é possível observar que apenas os braquetes imersos na solução de chá preto atingiram uma alteração de cor perceptível a partir de 14 dias de imersão para todas as marcas de braquetes, exceto para o braquete Radiance na solução de café, que foi semelhante em 21 dias.

Essa mudança no comportamento estético deveu-se às escovações diárias aplicadas nesse grupo de braquetes. Isso alterou a capacidade de manchamento das soluções, onde, sob tais condições, o chá preto passou a ser a substância mais corante e relevante clinicamente. O vinho tinto e o café apresentaram um poder corante semelhante na maioria dos braquetes, porém insignificante clinicamente, exceto para o Radiance. A saliva artificial e a Coca-Cola também foram irrelevantes, pois suas baixas médias também não representaram alterações de cor visíveis.

Tabela 5 - Média e desvio padrão da alteração da cor (ΔE^{*ab}) por marca e tempo, resultado da Análise de Variância para a hipótese de que as médias das marcas, em cada tempo, são iguais e resultado do teste de comparação múltipla de médias – com escovação

Tempo de imersão	SALIVA ARTIFICIAL	COCA COLA	CAFÉ	CHÁ PRETO	VINHO TINTO	Anova	
	ΔE^{*ab} Média (dp)	ΔE^{*ab} Média (dp)	ΔE^{*ab} Média (dp)	ΔE^{*ab} Média (dp)	ΔE^{*ab} Média (dp)	F	p
ALLURE							
24 horas	0,45 ^A (0,36)	1,01 ^{BC} (0,40)	0,56 ^{AB} (0,18)	0,59 ^{ABC} (0,33)	1,08 ^C (0,21)	6,03	0,001
7 dias	0,71 ^A (0,47)	0,52 ^A (0,13)	1,82 ^B (0,34)	2,58 ^C (0,28)	2,07 ^{BC} (0,26)	54,85	0,000
14 dias*	1,01 ^{AB} (0,53)	0,56 ^A (0,16)	1,86 ^B (0,37)	4,62 ^C (0,37)	1,78 ^B (0,20)	140,24	0,000
21 dias	1,12 ^{AC} (0,54)	0,63 ^A (0,16)	2,50 ^B (0,58)	5,42 ^D (1,13)	1,80 ^{BC} (0,21)	62,42	0,000
INSPIRE ICE							
24 horas	0,70 ^A (0,23)	1,41 ^B (0,28)	1,01 ^{AB} (0,25)	1,33 ^B (0,21)	2,11 ^C (0,27)	30,95	0,000
7 dias*	0,53 ^A (0,31)	1,22 ^B (0,15)	1,25 ^B (0,22)	2,25 ^C (0,44)	2,19 ^C (0,58)	26,65	0,000
14 dias*	0,48 ^A (0,17)	1,53 ^B (0,15)	1,59 ^B (0,26)	4,38 ^C (0,95)	2,10 ^D (0,24)	67,97	0,000
21 dias	0,36 ^A (0,31)	0,90 ^A (0,18)	1,86 ^B (0,26)	4,35 ^C (0,72)	1,90 ^B (0,42)	91,74	0,000
RADIANCE							
24 horas	0,74 ^A (0,23)	1,17 ^B (0,26)	1,64 ^C (0,26)	1,57 ^{BC} (0,26)	1,18 ^B (0,28)	13,81	0,000
7 dias	1,27 ^A (0,25)	1,85 ^B (0,24)	2,29 ^B (0,42)	3,30 ^C (0,37)	2,17 ^B (0,13)	43,35	0,000
14 dias	1,48 ^A (0,46)	2,09 ^{AB} (0,2)	2,90 ^B (0,92)	4,89 ^C (0,35)	2,35 ^B (0,23)	47,05	0,000
21 dias*	0,88 ^A (0,46)	2,19 ^B (0,23)	4,18 ^C (1,04)	5,02 ^C (0,86)	2,52 ^B (0,31)	43,72	0,000
TRANSCEND							
24 horas	0,44 (0,16)	0,45 (0,25)	0,45 (0,10)	0,32 (0,16)	0,60 (0,19)	2,16	0,098
7 dias*	0,43 ^A (0,1)	0,83 ^B (0,13)	1,34 ^B (0,52)	2,49 ^C (0,35)	1,33 ^B (0,38)	37,59	0,000
14 dias	0,37 ^A (0,16)	0,82 ^A (0,26)	1,48 ^B (0,40)	4,26 ^C (0,45)	1,54 ^B (0,29)	149,41	0,000
21 dias	0,42 ^A (0,15)	0,60 ^A (0,19)	2,10 ^B (0,34)	5,70 ^C (0,38)	1,67 ^B (0,45)	305,20	0,000

Obs. 1. Nos tempos marcados com * as variâncias das Marcas não são iguais. Neste caso, a ANOVA foi substituída pelo teste de Brown-Forsythe

2. Letras iguais ao lado das médias indicam médias estatisticamente iguais. Letras não são apresentadas quando o resultados da ANOVA foi não significante ou quando o teste de comparação múltipla de médias não foi capaz de detectar as médias diferentes.

- **Comparação do efeito da escovação, por marca e solução.**

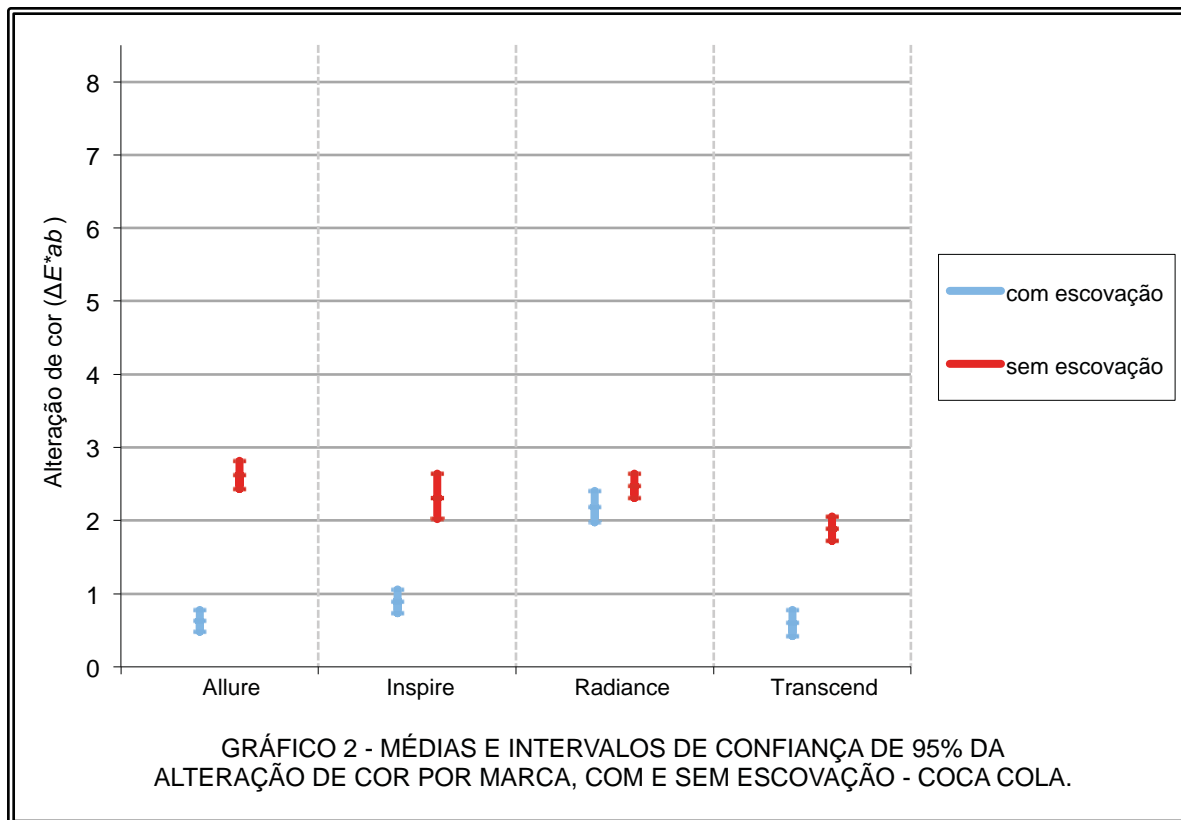
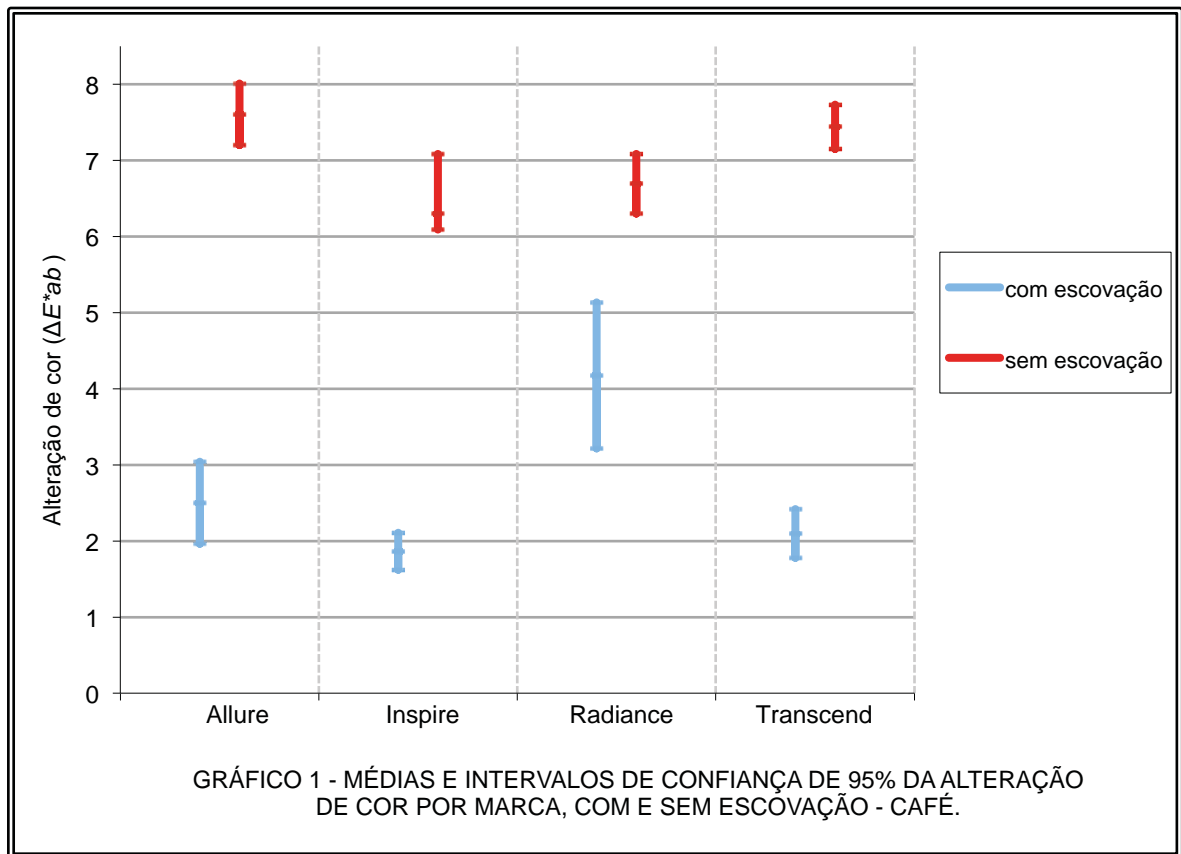
Os resultados mostram que as médias de alteração da cor na presença da escovação são significativamente menores que na ausência dela, exceto para os braquetes Allure e Inspire Ice quando expostos à saliva artificial e Allure e Transcend quando expostos ao chá preto. Os resultados dos testes encontram-se na Tabela 6 e Gráficos 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

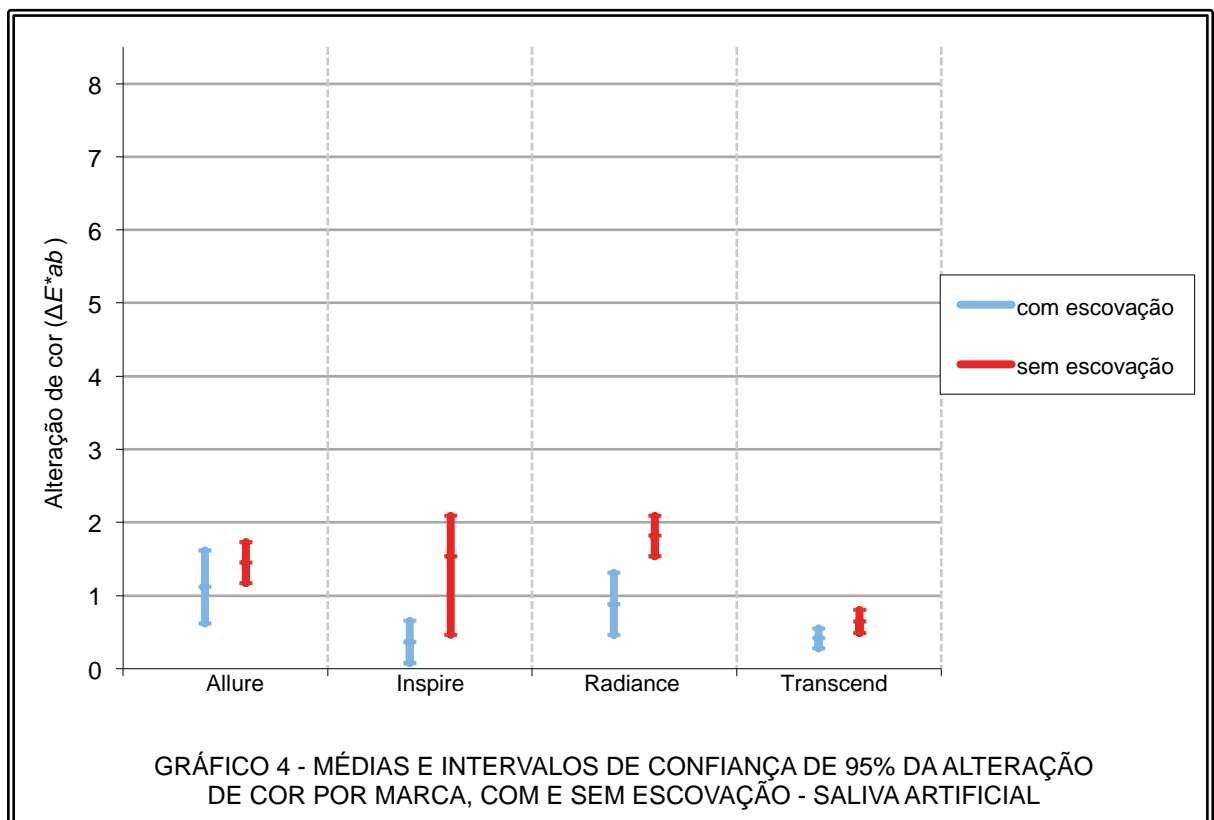
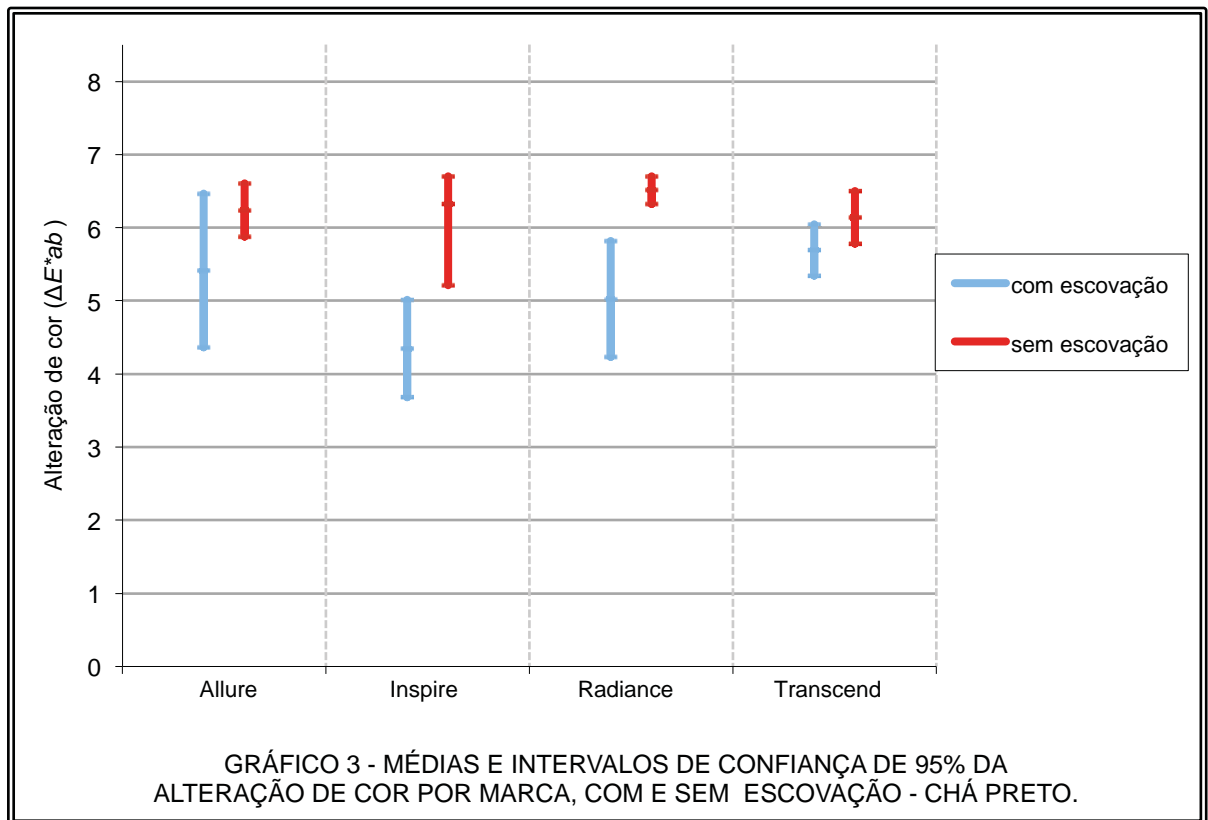
A escovação reduziu o manchamento ou manteve os valores de alteração de cor dos braquetes em níveis não perceptíveis ao olho humano (ΔE^* menor que 3,7), com exceção para a solução de chá preto (Figura 7).

Tabela 6 - Média e desvio padrão da alteração da cor (ΔE^{*ab}) em 21 dias, com e sem escovação e resultado do teste t de Student para a comparação de médias de duas populações com amostras independentes são iguais e resultado do teste de comparação múltipla de médias, por solução e marca.

SOLUÇÃO / MARCA	Escovação		diferença das médias	Teste t		
	com	sem		t	gl	p
	ΔE^{*ab} Média (dp)	ΔE^{*ab} Média (dp)	ΔE^{*ab} média (dp)			
SALIVA ARTIFICIAL						
Allure	1,12 (0,54)	1,45 (0,30)	-0,33 (0,23)	-1,42	12	0,180
Inspire Ice *	0,36 (0,31)	0,46 (0,10)	-0,10 (0,12)	-0,81	7,1	0,443
Radiance	0,88 (0,46)	1,82 (0,30)	-0,93 (0,21)	-4,51	12	0,001
Transcend	0,42 (0,15)	0,64 (0,17)	-0,23 (0,09)	-2,68	12	0,020
COCA COLA						
Allure	0,63 (0,16)	2,63 (0,21)	-2,00 (0,10)	-20,15	12	0,000
Inspire Ice	0,90 (0,18)	2,02 (0,25)	-1,12 (0,12)	-9,64	12	0,000
Radiance	2,19 (0,23)	2,48 (0,18)	-0,28 (0,11)	-2,62	12	0,022
Transcend	0,60 (0,19)	1,89 (0,18)	-1,29 (0,10)	-12,82	12	0,000
CAFÉ						
Allure	2,50 (0,58)	7,61 (0,44)	-5,10 (0,27)	-18,57	12	0,000
Inspire Ice	1,86 (0,26)	6,09 (0,38)	-4,23 (0,17)	-24,44	12	0,000
Radiance *	4,18 (1,04)	6,69 (0,42)	-2,52 (0,42)	-5,94	7,9	0,000
Transcend	2,10 (0,34)	7,44 (0,31)	-5,35 (0,18)	-30,35	12	0,000
CHÁ PRETO						
Allure	5,42 (1,13)	6,24 (0,39)	-0,82 (0,45)	-1,82	12	0,094
Inspire Ice	4,35 (0,72)	5,21 (0,38)	-0,86 (0,31)	-2,80	12	0,016
Radiance *	5,02 (0,86)	6,51 (0,20)	-1,49 (0,33)	-4,48	6,7	0,003
Transcend	5,70 (0,38)	6,14 (0,39)	-0,44 (0,20)	-2,17	12	0,051
VINHO TINTO						
Allure	1,80 (0,21)	6,49 (0,47)	-4,68 (0,20)	-23,99	12	0,000
Inspire Ice	1,90 (0,42)	4,76 (0,69)	-2,85 (0,31)	-9,32	12	0,000
Radiance	2,52 (0,31)	5,19 (0,31)	-2,67 (0,16)	-16,21	12	0,000
Transcend	1,67 (0,45)	5,64 (0,33)	-3,97 (0,21)	-18,86	12	0,000

Obs. 1. As marcas marcadas com * as variâncias dos braquetes com e sem escovação não são iguais. Neste caso, o teste t foi corrigido para a heterocedasticidade





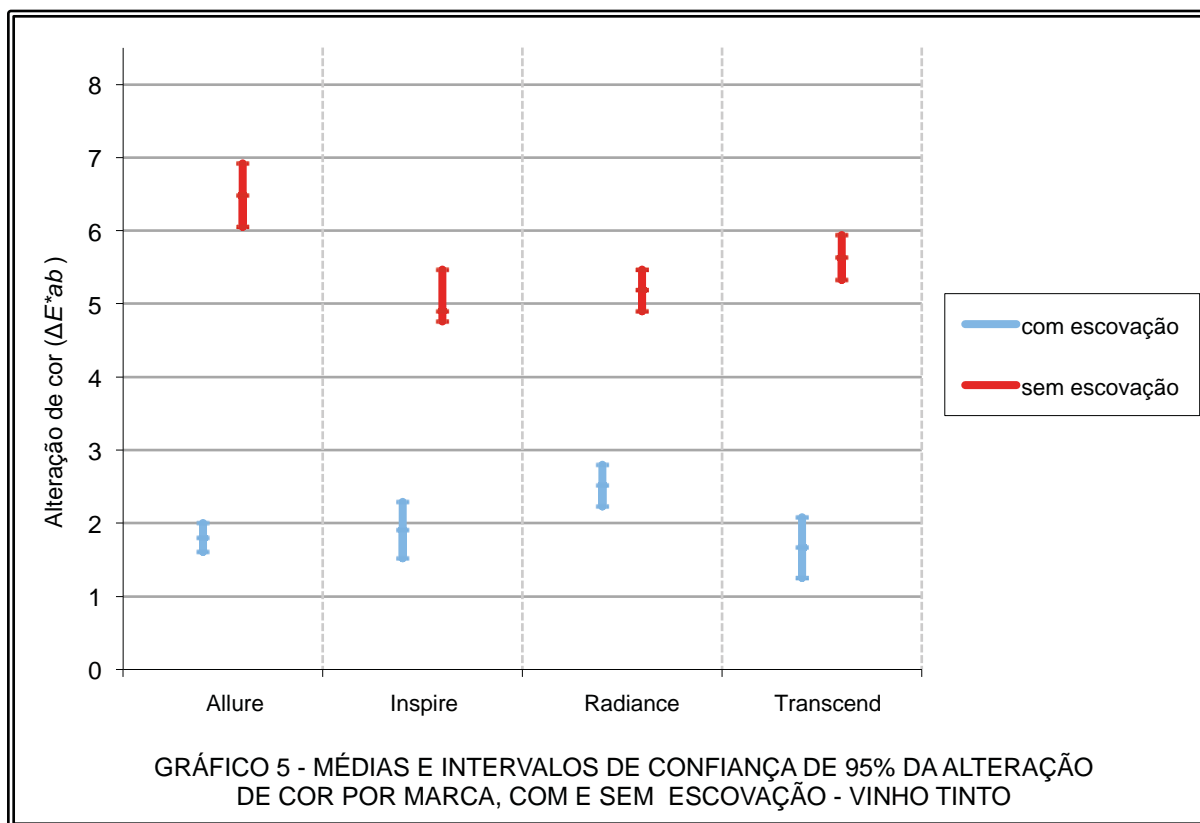


FIGURA 7 - FOTOGRAFIA DOS BRAQUETES CERÂMICOS SEM E COM ESCOVAÇÃO APÓS 21 DIAS DE IMERSÃO EM CADA SOLUÇÃO CORANTE.

Erro do Método

Para avaliar o erro do método foram realizadas duas mensurações de cada variável, em todos os elementos da amostra. A reprodutibilidade foi avaliada utilizando-se o Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC). Os resultados apresentados na Tabela 7 mostram um alto grau de reprodutibilidade nas mensurações de todas as variáveis e, conseqüentemente, um erro do método desprezível. Em vista dos resultados obtidos optou-se por utilizar as médias das duas mensurações como medida final de cada variável.

Tabela 7 - Erro do Método - Valor estimado e intervalo de 95% de confiança para o valor real do Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC)

Braquete	Medida de cor	ICC	ICC(95%)	
			limite inferior	limite superior
Transcend	L*	0,992	0,972	0,998
	a*	0,999	0,997	1,000
	b*	0,993	0,973	0,998
Allure	L*	0,989	0,960	0,997
	a*	0,999	0,997	1,000
	b*	0,996	0,985	0,999
Inspire	L*	0,943	0,799	0,985
	a*	0,986	0,950	0,997
	b*	0,999	0,997	1,000
Radiance	L*	0,995	0,983	0,999
	a*	0,997	0,988	0,999
	b*	0,997	0,988	0,999

5.2 Rugosidade Superficial

Na Tabela 8 são apresentados os resultados dos testes multivariados que permitem avaliar as mudanças da rugosidade dos braquetes cerâmicos no tempo e as interações entre tempo e os fatores que podem estar a ela associados, quais sejam, marca, solução e escovação. Os resultados mostram que a rugosidade dos braquetes se altera no tempo (isto é, os perfis de alteração de rugosidade no tempo não são constantes), no entanto, o efeito dos outros fatores considerados no modelo não são significantes.

Foi examinada a diferença de rugosidade entre as marcas antes e 21 dias após a imersão, bem como as alterações da rugosidade no tempo por marca (Tabela 9 e Tabela 2A do Apêndice). Os dados na Tabela 10 e Gráfico 6 mostram que a marca Radiance apresenta menor rugosidade e a marca Transcend a maior, tanto antes quanto depois do período de imersão. Não há evidência estatística para rejeitar a hipóteses que as médias nas diferentes marcas são iguais.

Tabela 8 - Teste multivariado Traço de Pilai para a significância dos componentes do modelo Rugosidade. Fator intra indivíduo = tempo

Efeito	Traço de Pilai	Teste F				
		F	gl1	gl2	p	poder
Tempo	0,018	4,541	1	252	0,034	0,565
Tempo * Marca	0,006	0,495	3	252	0,686	0,150
Tempo * Solução	0,013	0,817	4	252	0,515	0,260
Tempo * Escovação	0,000	0,032	1	252	0,858	0,054
Tempo * Marca * Solução	0,046	1,002	12	252	0,447	0,580
Tempo * Marca * Escovação	0,010	0,837	3	252	0,474	0,231
Tempo * Solução * Escovação	0,031	2,037	4	252	0,090	0,605

Obs.: gl1 = graus de liberdade do numerador e gl2= graus de liberdade do denominador.

Tabela 9 - Medidas descritivas da rugosidade no início e no final do período de imersão (21 dias) e da alteração na rugosidade, por marcas dos braquetes.

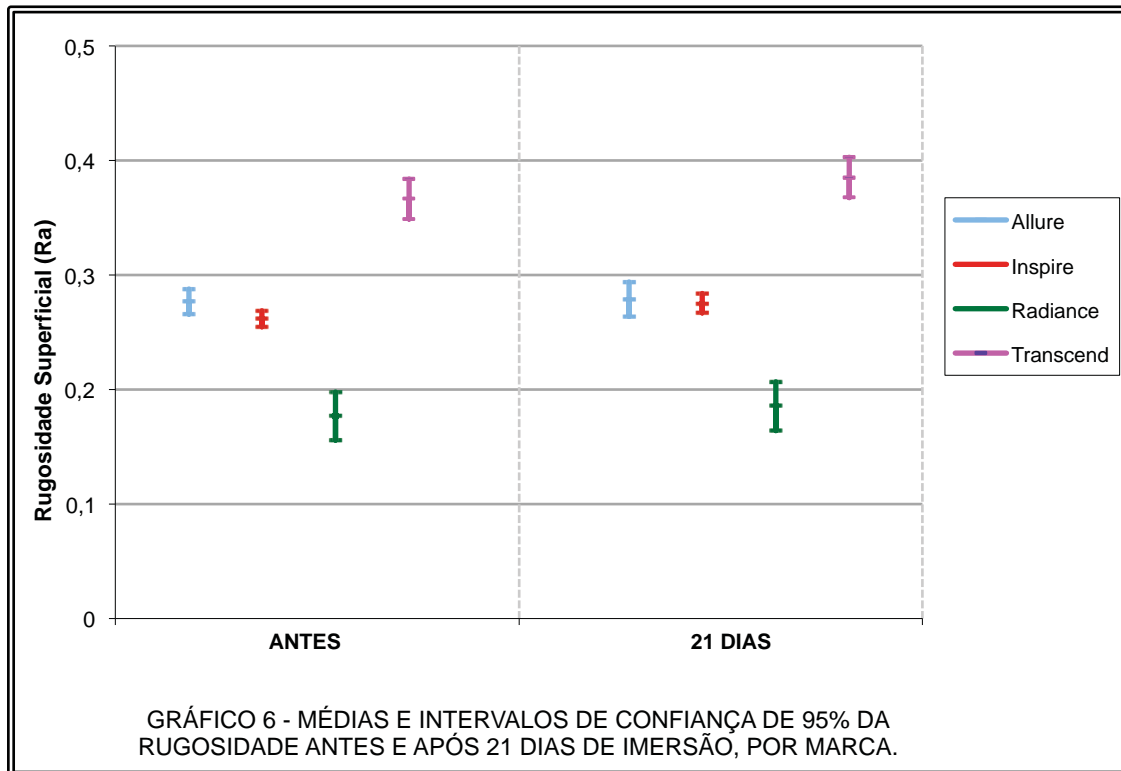
	n	Média Ra	dp	valor mínimo	valor máximo
INÍCIO					
Allure	70	0,277	0,048	0,180	0,400
Inspire	70	0,262	0,029	0,205	0,338
Radiance	70	0,177	0,088	0,045	0,355
Transcend	70	0,367	0,073	0,230	0,530
Todos	280	0,271	0,093	0,045	0,530
21 DIAS					
Allure	70	0,279	0,062	0,190	0,565
Inspire	70	0,275	0,035	0,200	0,370
Radiance	70	0,186	0,090	0,020	0,370
Transcend	70	0,385	0,073	0,230	0,600
Todos	280	0,281	0,098	0,020	0,600
Alteração em 21 dias (Ra final – Ra inicial)					
Allure	70	0,002	0,079	-0,170	0,365
Inspire	70	0,013	0,044	-0,118	0,108
Radiance	70	0,009	0,104	-0,265	0,273
Transcend	70	0,019	0,094	-0,195	0,275
Total	280	0,011	0,083	-0,265	0,365

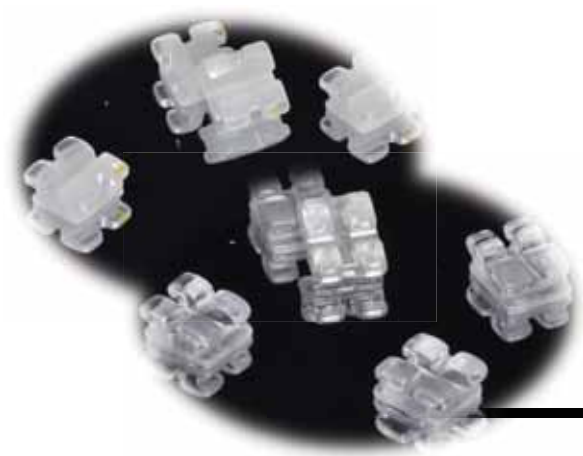
Tabela 10 - Média e desvio padrão da rugosidade (Ra) antes da imersão e após 21 dias de imersão e da alteração da rugosidade neste período, por marca, resultado da Análise de Variância para a hipótese de que as médias das marcas são iguais e resultado do teste de comparação múltipla de médias.

Tempo	Allure	Inspire	Radiance	Transcend	Anova	
	Média (dp)	Média (dp)	Média (dp)	Média (dp)	F	p
Antes*	0,277 ^A (0,048)	0,262 ^A (0,029)	0,177 ^B (0,088)	0,367 ^C (0,073)	103,363	0,000
21 dias*	0,279 ^A (0,062)	0,275 ^A (0,035)	0,186 ^B (0,09)	0,385 ^C (0,073)	100,352	0,000
Alteração*	0,002 (0,079)	0,013 (0,044)	0,009 (0,104)	0,019 (0,094)	0,492	0,688

Obs. 1. Nos tempos marcados com * as variâncias das Marcas não são iguais. Neste caso, a ANOVA foi substituída pelo teste de Brown-Forsythe

2. Letras iguais ao lado das médias indicam médias estatisticamente iguais. Letras não são apresentadas quando o resultados da ANOVA foi não significativo ou quando o teste de comparação múltipla de médias não foi capaz de detectar as médias diferentes.





Discussão

6 DISCUSSÃO

Este estudo consistiu em um experimento *in vitro* com a finalidade de pesquisar o comportamento dos braquetes estéticos cerâmicos em relação à estabilidade de cor quando imersos em soluções corantes presentes comumente em bebidas. Além disso, o arranjo experimental permitiu avaliar se há diferença entre os dois tipos de braquetes cerâmicos: monocristalino e policristalino.

O processo de fabricação faz com que a estrutura do braquete monocristalino seja mais translúcida, devido à ausência dos limites dos grãos que causam dispersão e refração da luz nos braquetes policristalinos²⁵. Assim, com esse tipo de braquete é mais fácil obter um melhor resultado estético, pois não é necessário correlacionar a sua cor com a do dente. No entanto, a translucidez não faz, necessariamente, do braquete monocristalino a melhor opção, pois ainda é necessário associar boas propriedades físicas, mecânicas e de ligação, bem como boa estabilidade de cor³⁸.

Os resultados baseados no estudo de Lee³⁴ (2008) mostraram que, apesar de proporcionar uma diferença estética inicial, a estrutura monocristalina ou policristalina para os braquetes cerâmicos não influenciaram a estabilidade de cor a longo prazo. Outros autores⁶⁴ observaram que braquetes com a mesma composição feitos por diferentes fabricantes têm diferentes performances de cor. Isso demonstra a discrepância no processo de manufatura do braquete entre os fabricantes e a influência no seu desempenho estético.

Os resultados do presente estudo confirmam os achados anteriores, pois verificou-se que os braquetes de mesma constituição cristalina não seguem um padrão semelhante de alteração de cor quando expostos às soluções corantes nas mesmas condições.

Já que a estabilidade de cor do braquete é uma característica que difere quanto ao fabricante, relevante se faz observar, na escolha do braquete, não só a característica inicial da cor, mas saber também o seu desempenho estético quando submetido a alimentos e bebidas corantes presentes na dieta.

Na literatura, há poucos trabalhos que estudaram a alteração de cor de marcas de braquetes estéticos cerâmicos. O estudo de Guignone²¹ (2008) avaliou, *in vitro*, a estabilidade de cor de cinco tipos de braquetes estéticos cerâmicos, 4 policristalinos e 1 monocristalino, quando imersos em soluções corantes de café, vinho tinto e Coca-cola. Todos os braquetes cerâmicos sofreram alterações de cor em todas as soluções, sendo o tempo de exposição dos braquetes às soluções fator importante na sua alteração de cor.

No estudo de Mendonça et al.⁴¹ (2011), também foram obtidas mudanças de cor em quatro marcas de braquetes estéticos, sendo dois de policarbonato e dois de cerâmica policristalina, quando imersos em café, refrigerante (soda-cola) e Listerine®, com influência direta do tempo no grau de alteração de cor desses acessórios.

Para outros autores⁶³, o café, chá preto e vinho tinto mostraram um acentuado aumento na descoloração dos braquetes cerâmicos policristalinos e principalmente dos braquetes plásticos avaliados, com tendência de

aumento do manchamento com o passar do tempo de forma semelhante aos estudos prévios. Além disso, observaram uma diferença no processo de descoloração entre braquetes de diferentes marcas.

Resultado semelhante foi encontrado neste estudo, quando se demonstrou que o tempo foi significativo na alteração de cor de todos os braquetes. Acrescenta-se, ainda, que essa alteração nas diferentes marcas não apresentou o mesmo comportamento no tempo, indicando uma dependência da combinação marca-solução ou marca-escovação ou, ainda, solução-escovação.

Dentre as marcas de braquetes que mais sofreram alteração de cor, segundo Guignone ²¹ (2008), o Radiance foi o que apresentou as maiores médias nos tempos iniciais na solução de Coca-Cola e na saliva, assim como o Transcend para o café e o Luxi II para o vinho tinto. Entretanto, ao final de 14 dias, estabeleceu-se a igualdade estatística entre as marcas, de modo que não se pôde afirmar qual o braquete que sofreu mais ou menos manchamento.

Em outro estudo⁴¹, com outras marcas, o bráquete policristalino Invu™ apresentou a maior média de alteração de cor (ΔE^*), seguidos pelos Silkon Plus™ (policarbonato), Composite® (policarbonato) e Transcend™ (policristalino).

O estudo de Wriedt et al.⁶³ (2007), observou que braquetes plásticos e cerâmicos de diferentes fabricantes foram variadamente susceptíveis ao café, chá preto e vinho tinto. Destacaram, ainda, que alguns braquetes cerâmicos policristalinos sofreram maior alteração de cor em relação a algumas marcas

de acessórios de policarbonato, evidenciando uma dependência do comportamento estético ao fabricante do braquete.

Para o presente estudo, o braquete Inspire Ice se destacou ao se igualar às menores médias ou até a obter a menor média de alteração de cor para algumas soluções. Todavia, não se pode afirmar qual o braquete que mais sofreu manchamento, pois houve muita variação dos braquetes em relação às maiores médias de alteração de cor. Apenas se pode relatar que o Allure esteve presente entre as maiores médias de alteração de cor para todas as soluções, seja estatisticamente maior do que as demais marcas para o vinho tinto ou como estatisticamente semelhante ao Trancend para o café, ao Radiance para a saliva e Coca-cola e semelhante a todas as marcas para o chá preto.

A variação entre braquetes de mesma constituição cristalina encontrada neste estudo pode ser explicada, segundo Yu, Lee⁶⁴ (2011), pelo fato de não haver evidência de que braquetes de mesma categoria de composição, confeccionados por diferentes fabricantes, sejam realmente constituídos do mesmo material. Além disso, eles também levantam a possibilidade do tamanho, forma e rugosidade ser a causa dessa divergência nas propriedades ópticas dos braquetes cerâmicos. Lee³⁴ (2008) confirma o trabalho anterior ao justificar, nos seus resultados, que a propriedade de superfície deve ter influenciado na estabilidade de cor, assim como o tamanho e a forma dos acessórios. Ainda sugere que sejam realizados estudos mais aprofundados sobre as influências das propriedades da superfície, a fim de que os resultados possam ser utilizados para o desenvolvimento de braquetes estéticos com melhor estabilidade de cor. No

entanto, ainda não há evidência científica que comprove tais teorias.

Outro ponto importante para abordar é a relevância clínica desse manchamento quanto ao potencial corante das soluções. Para a odontologia estética, uma alteração de cor maior que 2 já é perceptível para todos os observadores⁵⁴. Entretanto, adotou-se o parâmetro de 3,7, a partir do qual se considera uma mudança de cor visível neste estudo, pois esse valor se baseia nos limites de alteração de cor clinicamente visíveis utilizados em estudos com facetas cerâmicas²⁶ e braquetes estéticos^{21,34}.

Valores de alterações perceptíveis de cor diferentes foram adotados no estudo de Wriedt et al.⁶³ (2007). Segundo esses autores, o intervalo de $5 < \Delta E < 10$ é perceptíveis, mas pode ser classificado como aceitável e um limite superior a 10, subjetivamente falando, pode ser considerado, com certeza, um valor de percepção visual indiscutível para a descoloração de braquetes. Com base nisso, eles concluíram que todo braquete armazenados no chá preto, café ou vinho tinto demonstrou reações semelhantes, com um aumento acentuado na descoloração após 5 dias. Entretanto, a partir de 24 horas já se pode observar alteração de cor de $\Delta E > 3,7$ para todos os braquetes.

No estudo de Guignone²¹ (2008), foram obtidas médias abaixo dos valores de alteração de cor clinicamente significantes ($\Delta E^*ab > 3,7$) para todos os braquetes em todas as soluções. Contudo, esses valores não podem ser comparados aos de outras pesquisas, porque a avaliação espectrofotométrica foi realizada nas bases desgastadas dos braquetes, diferente da maioria dos estudos que mensuraram a cor na face vestibular desses acessórios.

Esse procedimento de mensurar a base desgastada do braquete foi justificado pelo autor sob o argumento de que quando a superfície vestibular do bráquete é lida pelo espectrofotômetro, ocorrem áreas de sombras, como na união entre o slot e as aletas, e isso poderia influenciar na reprodutibilidade das medidas. No entanto, para o presente trabalho, os braquetes foram posicionados em uma matriz que reproduzia sempre a mesma posição do braquete e do espectrofotômetro em todos os tempos de medida, além de ter sido realizado o teste estatístico de reprodutibilidade que revelou alta confiabilidade de medidas repetidas. Dessa forma, qualquer sombra que fosse produzida no braquete seria irrelevante e apenas a alteração de cor seria detectada.

Nos braquetes cerâmicos avaliados no trabalho de Mendonça et al.⁴¹ (2011), médias acima de 3,7 foram obtidas para o braquete Transcend quando imersos na solução de café e para o braquete Invu quando imersos no café, soda-cola e Listerine®, após 14 dias. A saliva artificial não alterou a cor desses braquetes de forma perceptível ($\Delta E^*ab > 3,7$).

Os resultados, no presente estudo, corroboram o trabalho de Mendonça et al.⁴¹ (2011) para algumas soluções semelhantes que foram utilizadas em ambos os trabalhos. Considerando um manchamento clinicamente significativo apenas valores de $\Delta E^*ab > 3,7$, observou-se que a saliva artificial e a Coca-cola não produziram uma alteração de cor capaz de ser notada pelo olho humano, diferente do café, chá preto e vinho tinto, que promoveram alterações visíveis ($\Delta E^*ab > 3,7$), em geral, a partir de 7 dias de imersão. Após 21 dias de imersão, o café foi a solução corante que mais produziu alteração de cor para todos os braquetes, exceto para o Transcend,

onde, apesar de ter apresentado a maior média, foi semelhante ao chá preto estatisticamente. O vinho tinto e o chá preto foram semelhantes estatisticamente em relação ao manchamento de braquetes cerâmicos para a maioria das condições ao final do experimento.

De acordo com Um, Ruyter⁵⁹ (1991), apesar de possuir o pH mais baixo, podendo danificar a integridade superficial de materiais, a Coca-Cola não promove alterações clinicamente significantes como o café e chá preto, possivelmente devido à falta do corante amarelo em sua constituição. O café e o chá possuem corante amarelo, porém com polaridades diferentes, o que difere na sua interação com a superfície do material. Outra pesquisa⁴⁷ mostrou que o maior responsável pelas alterações de cor não foi o pH, mas sim a quantidade e o tipo de pigmento, confirmando o estudo prévio.

Em estudos com compósitos resinosos, a descoloração por chá ocorre por meio da adsorção de corantes polares aos componentes orgânicos das resinas, sendo esta ligação frágil a ponto do corante poder ser removido com escovação, enquanto que o manchamento por café se processa por absorção e adsorção de corantes polares, provavelmente, devido à compatibilidade da fase orgânica do polímero com esse corante específico⁵⁹.

Nos estudos com braquetes cerâmicos, em que o maior componente é inorgânico, não há explicação de como se processa a interação entre os corantes das soluções e os componentes desses materiais. Por isso, seria importante o desenvolvimento de pesquisas nessa área.

A partir das evidências de que os braquetes cerâmicos podem ser manchados por soluções ingeridas comumente na dieta, importante seria disponibilizar um método que evitasse esse manchamento. Como os

alimentos corantes causam um manchamento exógeno na estrutura de braquetes cerâmicos^{31, 36}, um procedimento de remoção superficial desse corante seria importante.

Por isso, o presente estudo também avaliou se a escovação diária ajuda na estabilidade da cor dos braquetes cerâmicos. Os resultados mostraram uma redução significativa do manchamento no grupo de braquetes com escovação diária, exceto para os braquetes Allure e Inspire, quando expostos à saliva artificial, e Allure e Transcend, quando expostos ao chá preto, que reduziram suas médias, mas não de forma significativa para os testes estatísticos.

Em uma visão geral, a escovação reduziu o manchamento ou manteve os valores de alteração de cor dos braquetes em níveis não perceptíveis ao olho humano ($\Delta E^* < 3,7$), com exceção para a solução de chá preto, que, mesmo com reduções na alteração de cor, não foi possível evitar que o manchamento permanecesse acima do nível aceitável. Isso provavelmente pode ser devido a interações moleculares mais fortes entre o corante aos componentes dos braquetes cerâmicos.

A escovação dos braquetes interferiu no poder corante das soluções, pois o chá preto, ao invés do café, passou a ser a substância mais corante e a única relevante clinicamente. Já o vinho tinto e o café, antes potencialmente corantes, apresentaram valores de alteração de cor não perceptíveis, exceto para o braquete Radiance, que produziu alterações de cor ainda perceptíveis.

Ainda se pode dizer que a escovação também modificou o padrão de alteração de cor dos braquetes com o tempo de imersão nas soluções.

Aplicando esse procedimento, o braquete Inspire se iguala estatisticamente aos braquetes Allure e Transcend com os menores e insignificantes manchamentos para todas as soluções, exceto para o chá preto. Já o braquete Radiance apresenta uma tendência maior de manchamento para quase todas as soluções, com exceção do chá preto, quando se iguala às demais marcas.

Nenhum outro estudo avaliou o efeito da escovação como mecanismo para redução do manchamento em braquetes estéticos.

Ao confrontar os resultados, *in vitro*, deste estudo com a realidade clínica, algumas limitações são encontradas, como: a complexa flora da cavidade oral e seus bioprodutos, assim como o acúmulo de placa no material testado ¹³.

No entanto, estudos *in vitro* podem oferecer uma estimativa inicial do comportamento do material. Um cálculo para esta estimativa foi realizado no estudo de Erta et al.¹⁵ (2006), onde, conforme fabricantes de café, a média de horas de consumo para um copo deste é de 15 minutos e a média da quantidade de copos dessa bebida consumida por dia é de 3,2 copos. Seguindo este cálculo, 24 horas de imersão do material na solução representa um mês de consumo dessa bebida. Logo, 21 dias de imersão *in vitro* utilizados no presente estudo simulam a susceptibilidade dos braquetes cerâmicos ao manchamento pelo café em 1 ano e 9 meses de tratamento ortodôntico.

Esse cálculo pode ser individualizado para cada pessoa e, assim, estimado o risco de alteração de cor de acordo com a previsão de tempo de

tratamento ortodôntico dada pelo ortodontista e com as informações das médias de alteração de cor fornecidas por estudos *in vitro*.

Outra forma de suprir a necessidade estética dos acessórios ortodônticos seria o aprimoramento estrutural dos braquetes, a fim de aumentar a estabilidade de cor. Para isso, o desenvolvimento de pesquisas sobre os fatores que promovem alteração de cor de braquetes estéticos é muito importante, já que seu mecanismo de manchamento ainda não está esclarecido pela literatura ²¹.

Alguns autores estudaram a rugosidade superficial da matéria-prima utilizada na confecção de braquetes estéticos de policarbonato, em oposição ao produto real, para excluir a interferência do tamanho, morfologia e design nas medições. Os resultados mostraram que a rugosidade variou significativamente entre amostras de matérias primas idênticas, porém produzidas por diferentes fabricantes, o que demonstra entre estes uma variabilidade na qualidade de moldagem ou tratamento de superfície ⁶⁵.

Outro estudo⁴⁷ confirma os achados anteriores, no entanto, com medidas da rugosidade da superfície do *slot* de dois braquetes cerâmicos monocristalinos (Inspire Ice e Perfect) e dois policristalinos (Cristalina Ve InVu), utilizando a Microscopia de Força Atômica (MFA). Com os resultados, tornou-se evidente que a composição do braquete não influencia na rugosidade superficial ao mostrar que a estrutura da superfície dos braquetes Inspire Ice e InVu era mais lisa em comparação com a dos braquetes Cristalina V e Perfect.

Conclusão diferente foi sugerida no estudo de Saunders, Kusy ⁵² (1994), onde, por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura, obteve-se

parâmetros de rugosidade de slot diferentes entre as amostras de braquetes policristalinos e monocristalinos. No entanto, nota-se que este trabalho comparou apenas 1 marca de braquete monocristalino e várias do policristalino e isso pode ter influenciado para tal resultado.

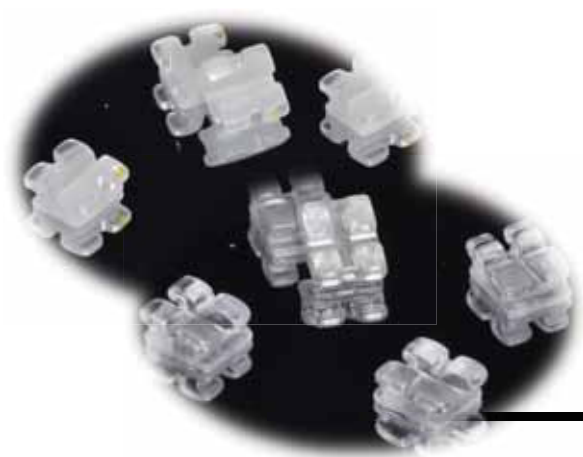
No presente estudo, observou-se as médias de rugosidade dos braquetes cerâmicos por marca, sendo 2 de cerâmica monocristalina e 2 de policristalina. Os resultados mostraram que não houve semelhança de rugosidade entre marcas de mesma estrutura cristalina, nem diferenças entre os monocristalinos e policristalinos. O braquete Transcend apresentou maior rugosidade, enquanto que os menores valores foram do braquete Radiance. Os braquetes Allure e Inspire tiveram valores de rugosidade semelhantes. Isso corrobora a teoria de que a rugosidade não está relacionada à estrutura que compõe os acessórios.

Este trabalho também estudou se há alteração da rugosidade superficial dos braquetes cerâmicos após 21 dias de imersão nas soluções. A análise dos dados mostrou que não houve diferença significativa entre a alteração da rugosidade nas diversas marcas de braquetes, soluções ou com a presença ou ausência de escovação. A rugosidade superficial variou de forma significativa apenas com o tempo.

Esse resultado mostrou que as soluções utilizadas, sejam elas mais ácidas ou neutras, não influenciam na rugosidade, assim como o fator mecânico da escovação também não foi significativo para alterar a superfície dos braquetes cerâmicos. Não há um tipo específico de constituição de braquete cerâmico que alterou mais ou menos a rugosidade, ou seja, todos apresentam um padrão semelhante de alteração.

Não existem trabalhos na literatura que estudaram se há alteração do padrão de rugosidade superficial de braquetes estéticos quando imersos em soluções com o tempo. Também não existem estudos científicos que mostrem a rugosidade das aletas ou qualquer superfície externa dos braquetes estéticos que possam estar em contato direto com soluções corantes na boca.

Ao serem analisados os dados de alteração de cor e rugosidade deste trabalho, pode-se descartar a teoria de que a rugosidade seria um fator importante no manchamento dos braquetes, pois não houve associação entre o braquete de maior rugosidade ao que mais sofreu alteração de cor, nem o de menor rugosidade ao que menos manchou. Talvez a energia de superfície ou a morfologia dos braquetes possam ser fatores importantes para o manchamento, segundo sugere Lee ³⁴ (2008) , tornando-se imprescindíveis estudos que envolvam essas propriedades.

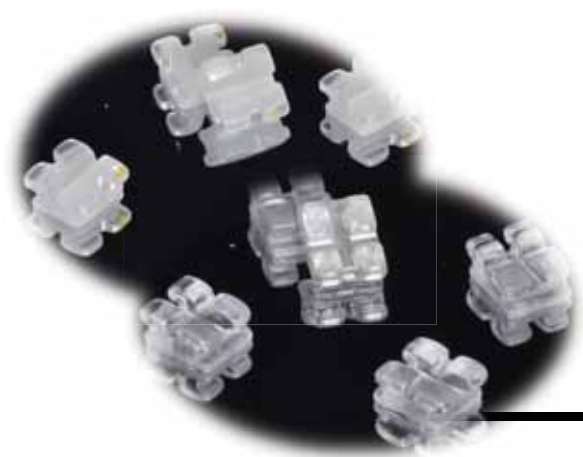


Conclusão

7 CONCLUSÃO

Conforme a metodologia deste estudo, pode-se concluir que:

- Os braquetes cerâmicos sofrem alteração de cor quando em contato com soluções de café, chá preto e vinho tinto. Essa alteração é cumulativa e se eleva quanto maior for o tempo de exposição.
- Braquetes de mesma constituição, cristalina não seguem um padrão semelhante de alteração de cor, ou seja, a estrutura monocristalina ou policristalina não tem influência na forma de manchamento do braquete.
- A escovação diária ajudou significativamente na estabilidade de cor dos braquetes cerâmicos, exceto quando imersos no chá preto, cujo manchamento permaneceu relevante.
- O café produziu a maior alteração de cor para todos os braquetes, exceto para o Transcend, que foi, estatisticamente, semelhante ao chá preto. A escovação alterou a capacidade de manchamento das soluções, de forma que o chá preto passou a ser a substância mais corante.
- A rugosidade superficial dos braquetes cerâmicos variou com o tempo de imersão nas soluções corantes. Já a alteração da rugosidade no tempo é semelhante para as marca, solução e para presença ou ausência de escovação.
- O Radiance foi o braquete que apresentou menor rugosidade e o Transcend a maior média, tanto no início, quanto após 21 dias de imersão nas soluções corantes. O Inspire Ice e o Allure são semelhantes quanto à rugosidade superficial.



Referências

8 REFERÊNCIAS*

1. Alcock JP, Barbour ME, Sandy JR, Ireland AJ. Nanoindentation of orthodontic archwires: the effect of decontamination and clinical use on hardness, elastic modulus and surface roughness. *Dent Mater.* 2009; 25: 1039–43.
2. Bishara SE. Ceramic brackets: a clinical perspective. *World J Orthod.* 2003; 4: 61-6.
3. Bishara SE, Fehr DE. Ceramic brackets: something old, something new, a review. *Semin Orthod.* 1997; 3(3): 178-88.
4. Bourauel C, Fries T, Drescher D, Pilettsch R. Surface roughness of orthodontic wires via atomic force microscopy, laser specular reflectance, and profilometry. *Eur J Orthod.* 1998; 20: 79–92.
5. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin N Am.* 2004; 48: 341–58.
6. Chamberlain GJ, Chamberlain DG. Colour: its measurement, computation and application. Philadelphia: Heyden & Son; 1980. 137p.
7. Commission Internationale de l'Eclairage – CIE. Colorimetry, official recommendations of the International Commission on Illumination. 2nd ed. [Publication CIE No. 15.2 (TC-1.3)]. France: Bureau Central de la CIE; 1985.
8. Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new 1st generation composites: an in vitro study. *Dent Mater.* 1994; 10:353-62.

*De acordo com o estilo Vancouver. Disponível no site:
http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

9. Dobrin RJ, Kamel IL, Musich DR. Load-deformation characteristics of polycarbonate orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1975; 67: 24–33.
10. Doshi UH, Bhad-Patil WA. Static frictional force and surface roughness of various bracket and wire combinations. *Am J Orthod Dentof Orthop.* 2011; 139:74-9.
11. Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent.* 2007; 97:200-8.
12. Downing A, McCabe J, Gordon P. A study of frictional forces between orthodontic brackets and archwires. *Br J Orthod.* 1994; 21:349–57.
13. Eliades T, Bourauel C. Intraoral aging of orthodontic materials: the picture we miss and its clinical relevance. *Am J Orthod Dentof Orthop.* 2005; 127: 403-12.
14. 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.
15. Erta E, Güler AU, Yücel AAN, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater.* 2006; 2(52):371-6.
16. Faltermeier A, Behr M, Müßig D. In vitro colour stability of aesthetic brackets. *Eur J Orthod.* 2007; 29: 354–8.
17. Faltermeier A, Behr M, Müßig D. Esthetic brackets: the influence of filler level on color stability. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 132: 5.e13-16.

18. Fernandez L, Canut JA. In vitro comparison of the retention capacity of new aesthetic brackets. *Eur J Orthod.* 1999; 21: 71-7.
19. Ghafari J. Problems associated with ceramic brackets suggest limiting use to selected teeth. *Angle Orthod.* 1992; 62:145-52.
20. Guan G, Yamamoto TT, Miyamoto M, Hattori T, Ishikawa K, Suzuki K. Shear bond strengths of orthodontic plastic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000; 117:438-43.
21. Guignone BC. Avaliação in vitro da estabilidade de cor de braquetes cerâmicos imersos em soluções potencialmente corantes [dissertação de mestrado]. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais; 2008.
22. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2005; 94:118–24.
23. Harzer W, Bourauel C, Gmyrek H. Torque capacity of metal and polycarbonate brackets with and without a metal slot. *Eur J Orthod.* 2004; 26: 435–41.
24. Huang HH. Variation in surface topography of different NiTi orthodontic archwires in various commercial fluoride-containing environments. *Dent Mater.* 2007; 23: 24–33.
25. Jena AK, Duggal R, Mehrotra AK. Physical properties and clinical characteristics of ceramic brackets: a comprehensive review. *Trends Biomater Artif Organs.* 2007; 20: 101–15.
26. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res.* 1989; 68:819-22.

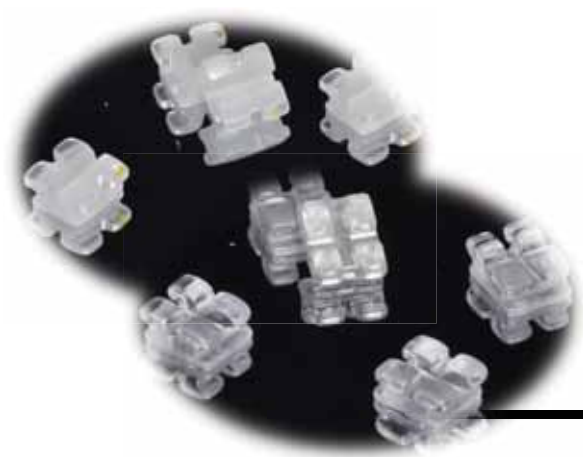
27. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci: Mater Med.* 2007; 18: 155–63.
28. Karamouzou A, Athanasiou AE, Papadopoulos MA. Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: a comprehensive review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997; 112:34-40.
29. Karan S, Toroglu MS. Porcelain refinishing with two different polishing systems after orthodontic debonding. *Angle Orthod.* 2008;78: 947–53.
30. Keith O, Jones SP, Davies EH. The influence of bracket material, ligation force and wear on frictional resistance of orthodontic brackets. *Br J Orthod.* 1993; 20:109–15.
31. Khokhar ZA, Razzog ME, Yaman P. Color stability of restorative resins. *Quintessence Int.* 1991; 22:733-7.
32. Kusy RP. Morphology of polycrystalline alumina brackets and its relationship to fracture toughness and strength. *Angle Orthod.* 1988; 58:197-203.
33. Kwon YH, Huo MS, Kim KH, Kim SK, Kim YJ. Effects of hydrogen peroxid on the light reflectance and morphology of bovine enamel. *J Oral Rehabil.* 2002; 29: 473-37.
34. Lee Y. Changes in the reflected and transmitted color of esthetic brackets after thermal cycling. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 133:641.e1-6.

35. Lee GJ, Park EJ, Choi S, Park JH, Jeong KH, Kim KS et al. Observation of angiotensin II-induced changes in fixed and live mesangial cells by atomic force microscopy. *Micron*. 2010; 41: 220–6.
36. Leibrock A, Rosentritt M, Lang R, Behr M, Handel G. Colour stability of visible light curing hybrid composites. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 1997; 5:125-30.
37. Liu JK, Chung CH, Chang CY, Shieh DB. Bond strength and debonding characteristics of a new ceramic bracket. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005; 128:761-5.
38. Lopes Filho H, Maia LEG, Araujo MVA, Ruellas ACO. Influence of optical properties of esthetic brackets (color, translucence, and fluorescence) on visual perception. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012;141: 460-7.
39. Magalhães RCA. Sistema adesivo autocondicionante aplicado em esmalte bovino - estudo microscópico e colorimétrico [dissertação de mestrado]. Rio de Janeiro: Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2003.
40. Maltagliati LA, Feres R, Figueiredo MA, Siqueira DF. Braquetes estéticos: considerações clínicas. *Rev Clín Ortodon Dental Press*. 2006; 5:89-95.
41. Mendonça MR, Fabre AF, Goiatto MC, Cuoghi OA, Martins LP, Verri ACG. Spectrophotometric evaluation of color changes of esthetic brackets stored in potentially staining solutions. *RPG Rev Pós Grad*. 2011; 18: 20-7.
42. Newman GV. Adhesive and orthodontic plastic attachments. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1969; 56: 573-88.

43. O'Brien WJ. Dental materials and their selection. 3rd ed. São Paulo: Quintessence Books; 2002. 569p.
44. Olsen ME, Bishara SE, Jakobsen JR. Evaluation of the shear bond strength of different ceramic bracket base designs. *Angle Orthod.* 1997; 67:179-82.
45. Omana HM, Moore RN, Bagby MD. Frictional properties of metal and ceramic brackets. *J Clin Orthod.* 1992; 26: 425-32.
46. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent.* 1998; 80:642-8.
47. Park K, Yoon H, Kim S, Lee G, Park H, Park Y. Surface roughness analysis of ceramic bracket slots using atomic force microscope. *Korean J Orthod.* 2010; 40: 294-303.
48. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CHF. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res.* 2002; 81: 578-82.
49. Pinheiro EC, Janovich CA, Silva PRF, Diamantino AG, Arantes VL. Materiais empregados na fabricação de bráquetes ortodônticos. In: XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e III Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Júnior - UNIVAP; 2009 out. 16-17; São José dos Campos (SP). [acesso em 2012 março 03]. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/RE_0778_0958_01.pdf

-
50. Reston GR. Estética. In: Busato ALS, Barbosa AN, Baldissera MBRA. Dentística: restaurações em dentes anteriores. São Paulo: Artes Médicas; 1997. p. 9-22.
51. Russell JS. Current products and practice: aesthetic orthodontic brackets. *J Orthod.* 2005; 32:146–63.
52. Saunders CR, Kusy RP. Surface topography and frictional characteristics of ceramic brackets. *Am J Orthod Dentof Orthop.* 1994; 106:76-87.
53. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent.* 1986; 56:35-40.
54. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res.* 1989; 68: 1760-4.
55. Silikas N, Lennie AR, England KER, Watts DC. AFM as a tool in dental research. *Microsc Analysis.* 2001; 82: 19–21.
56. Sobreira CR, Loriato LB, Oliveira DD. Bráquetes estéticos: características e comportamento. *Clínico Rev Clín Ortodon Dental Press.* 2007; 6: 94-102.
57. 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; 125: 329-36.
58. Touati B, Miara P, Nathanson D. Transmissão de luz e cor. In: Touati B. *Odontologia estética e restaurações cerâmicas.* São Paulo: Editora Santos; 2000. p. 39-60.

-
59. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int.* 1991; 22: 377-86.
 60. Westland S. Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. *J Esthet Restor Dent* 2003; 15: s5-12.
 61. Widu F, Drescher D, Junker R, Bourauel C. Corrosion and biocompatibility of orthodontic wires. *J Mater Sci Mater Sci.* 1999; 10: 275–81.
 62. Whitehouse DJ. *Handbook of surface metrology.* Bristol: Institute of Physics Publishing; 1994. 998p.
 63. Wriedt S, Schepke U, Wehrbein H. The discoloring effects of food on the color stability of esthetic brackets: an in vitro study. *J Orofac Orthop.* 2007; 68: 308–20.
 64. Yu B, Lee YK. Aesthetic color performance of plastic and ceramic brackets: an in vitro study. *J Orthod.* 2011; 38:167–74.
 65. Zinelis S, Eliades T, Eliades G, Makou M, Silikas N. Comparative assessment of the roughness, hardness, and wear resistance of aesthetic bracket materials. *Dent Mater.* 2005; 21: 890–4.



Apêndice

9 APÊNDICE

Tabela 1A - Medidas descritivas da alteração de cor (ΔE^*ab) dos braquetes cerâmicos nos 4 tempos de imersão estudados, por solução, marca e presença ou ausência de escovação.

Escovação	Allure		Inspire Ice		Radiance		Transcend		
	Média ΔE^*ab (dp)	mínimo/máximo	Média ΔE^*ab (dp)	mínimo/máximo	Média ΔE^*ab (dp)	mínimo/máximo	Média ΔE^*ab (dp)	mínimo/máximo	
Saliva Artificial									
24 horas	com	0,45 (0,36)	0,15 / 1,16	0,70 (0,23)	0,34 / 1,06	0,74 (0,23)	0,37 / 1,09	0,44 (0,16)	0,14 / 0,65
	sem	1,26 (0,20)	1,08 / 1,67	1,07 (0,13)	0,87 / 1,19	0,81 (0,47)	0,39 / 1,76	0,29 (0,14)	0,11 / 0,54
7 dias	com	0,71 (0,47)	0,14 / 1,42	0,53 (0,31)	0,22 / 1,09	1,27 (0,25)	0,89 / 1,65	0,43 (0,10)	0,25 / 0,57
	sem	1,27 (0,27)	0,92 / 1,79	1,10 (0,32)	0,87 / 1,78	1,68 (0,48)	1,08 / 2,63	0,41 (0,09)	0,33 / 0,57
14 dias	com	1,01 (0,53)	0,36 / 1,70	0,48 (0,17)	0,25 / 0,74	1,48 (0,46)	0,90 / 2,23	0,37 (0,16)	0,17 / 0,60
	sem	1,43 (0,29)	1,05 / 1,98	1,06 (0,12)	0,89 / 1,20	1,37 (0,40)	1,07 / 2,20	0,44 (0,17)	0,27 / 0,78
21 dias	com	1,12 (0,54)	0,31 / 1,84	0,36 (0,31)	0,09 / 0,98	0,88 (0,46)	0,22 / 1,56	0,42 (0,15)	0,22 / 0,68
	sem	1,45 (0,30)	1,15 / 2,07	0,46 (0,10)	0,27 / 0,55	1,82 (0,30)	1,42 / 2,22	0,64 (0,17)	0,47 / 1,00
Coca-Cola									
24 horas	com	1,01 (0,40)	0,56 / 1,84	1,41 (0,28)	1,04 / 1,84	1,17 (0,26)	0,89 / 1,67	0,45 (0,25)	0,14 / 0,93
	sem	1,40 (0,21)	1,14 / 1,82	2,22 (0,10)	2,11 / 2,42	1,29 (0,14)	1,06 / 1,49	1,65 (0,78)	0,93 / 3,19
7 dias	com	0,52 (0,13)	0,33 / 0,68	1,22 (0,15)	1,09 / 1,51	1,85 (0,24)	1,65 / 2,26	0,83 (0,13)	0,70 / 1,08
	sem	2,43 (0,20)	2,25 / 2,77	2,02 (0,21)	1,80 / 2,39	2,29 (0,13)	2,02 / 2,42	1,53 (0,30)	1,25 / 2,15
14 dias	com	0,56 (0,16)	0,40 / 0,80	1,53 (0,15)	1,33 / 1,77	2,09 (0,20)	1,89 / 2,46	0,82 (0,26)	0,44 / 1,16
	sem	2,50 (0,33)	1,84 / 2,85	2,13 (0,19)	1,93 / 2,46	2,43 (0,18)	2,22 / 2,78	1,89 (0,13)	1,75 / 2,15
21 dias	com	0,63 (0,16)	0,46 / 0,88	0,9 (0,18)	0,71 / 1,12	2,19 (0,23)	1,85 / 2,45	0,6 (0,19)	0,34 / 0,92
	sem	2,63 (0,21)	2,40 / 2,97	2,02 (0,25)	1,61 / 2,31	2,48 (0,18)	2,16 / 2,75	1,89 (0,18)	1,70 / 2,11
Café									
24 horas	com	0,56 (0,18)	0,36 / 0,86	1,01 (0,25)	0,70 / 1,32	1,64 (0,26)	1,27 / 2,08	0,45 (0,10)	0,37 / 0,60
	sem	2,28 (0,27)	1,91 / 2,64	2,44 (0,18)	2,19 / 2,66	2,16 (0,34)	1,77 / 2,82	2,47 (0,24)	2,14 / 2,78
7 dias	com	1,82 (0,34)	1,47 / 2,34	1,25 (0,22)	0,90 / 1,63	2,29 (0,42)	1,73 / 3,05	1,34 (0,52)	0,62 / 2,01
	sem	5,16 (0,48)	4,61 / 6,05	3,57 (0,34)	2,88 / 4,00	5,33 (0,30)	4,97 / 5,81	5,05 (0,23)	4,72 / 5,37
14 dias	com	1,86 (0,37)	1,51 / 2,56	1,59 (0,26)	1,16 / 2,00	2,91 (0,92)	1,71 / 4,76	1,48 (0,40)	0,96 / 2,12
	sem	5,47 (0,32)	4,90 / 5,84	4,97 (0,37)	4,35 / 5,53	5,91 (0,34)	5,40 / 6,35	5,94 (0,22)	5,61 / 6,20
21 dias	com	2,50 (0,58)	1,95 / 3,66	1,86 (0,26)	1,41 / 2,16	4,18 (1,04)	2,62 / 5,51	2,10 (0,34)	1,45 / 2,44
	sem	7,61 (0,44)	7,08 / 8,34	6,09 (0,38)	5,43 / 6,53	6,69 (0,42)	5,95 / 7,33	7,44 (0,31)	6,87 / 7,93
Chá Preto									
24 horas	com	0,59 (0,33)	0,28 / 1,11	1,33 (0,21)	1,07 / 1,68	1,57 (0,26)	1,31 / 2,03	0,32 (0,16)	0,07 / 0,54
	sem	0,99 (0,24)	0,70 / 1,44	1,74 (0,22)	1,46 / 2,15	1,27 (0,25)	0,82 / 1,59	1,19 (0,15)	0,92 / 1,40
7 dias	com	2,58 (0,28)	2,31 / 3,15	2,25 (0,44)	1,68 / 2,86	3,30 (0,37)	2,89 / 3,77	2,49 (0,35)	2,00 / 2,80
	sem	3,23 (0,34)	2,83 / 3,74	2,17 (0,20)	1,96 / 2,56	3,51 (0,24)	3,16 / 3,87	3,15 (0,13)	3,04 / 3,32
14 dias	com	4,62 (0,37)	4,16 / 5,02	4,38 (0,95)	3,34 / 5,59	4,89 (0,35)	4,32 / 5,22	4,26 (0,45)	3,47 / 4,76
	sem	4,77 (0,23)	4,27 / 4,97	4,29 (0,28)	4,03 / 4,81	5,44 (0,24)	5,01 / 5,72	4,73 (0,30)	4,35 / 5,25
21 dias	com	5,42 (1,13)	3,04 / 6,59	4,35 (0,72)	3,60 / 5,57	5,02 (0,86)	3,67 / 6,19	5,70 (0,38)	5,04 / 6,28
	sem	6,24 (0,39)	5,81 / 6,92	5,21 (0,38)	4,85 / 5,83	6,51 (0,20)	6,30 / 6,89	6,14 (0,39)	5,73 / 6,69
Vinho Tinto									
24 horas	com	1,08 (0,21)	0,72 / 1,36	2,11 (0,27)	1,71 / 2,47	1,18 (0,28)	0,81 / 1,57	0,60 (0,19)	0,38 / 0,87
	sem	3,07 (0,51)	2,50 / 3,86	3,62 (0,27)	3,38 / 4,13	1,83 (0,27)	1,53 / 2,16	2,04 (0,14)	1,76 / 2,21
7 dias	com	2,07 (0,26)	1,76 / 2,48	2,19 (0,58)	1,26 / 2,81	2,17 (0,13)	1,97 / 2,32	1,33 (0,38)	0,85 / 2,01
	sem	5,21 (0,44)	4,67 / 5,85	3,63 (0,39)	3,43 / 4,51	4,24 (0,43)	3,75 / 4,74	3,50 (0,24)	3,06 / 3,84
14 dias	com	1,78 (0,20)	1,54 / 2,08	2,10 (0,24)	1,71 / 2,46	2,35 (0,23)	2,00 / 2,69	1,54 (0,29)	1,12 / 1,86
	sem	5,76 (0,33)	5,22 / 6,19	4,53 (0,57)	4,11 / 5,73	5,26 (0,21)	4,95 / 5,62	4,91 (0,29)	4,67 / 5,50
21 dias	com	1,80 (0,21)	1,49 / 2,10	1,90 (0,42)	1,13 / 2,51	2,52 (0,31)	2,14 / 2,94	1,67 (0,45)	1,25 / 2,49
	sem	6,49 (0,47)	5,61 / 7,06	4,76 (0,69)	4,35 / 6,31	5,19 (0,31)	4,75 / 5,60	5,64 (0,33)	5,27 / 6,24

Tabela 2A - Medidas descritivas de parâmetro de rugosidade (Ra) nos tempos antes e após 21 dias de imersão, por solução, marca e presença ou ausência de escovação.

Escovação	ALLURE		INSPIRE ICE		RADIANCE		TRANSCEND		
	Média Ra (dp)	mínimo/máximo	Média Ra (dp)	mínimo/máximo	Média Ra (dp)	mínimo/máximo	Média Ra (dp)	mínimo/máximo	
SALIVA ARTIFICIAL									
T0	com	0,33 (0,06)	0,26 / 0,4	0,26 (0,03)	0,23 / 0,3	0,22 (0,07)	0,13 / 0,35	0,31 (0,08)	0,23 / 0,45
		0,27 (0,02)	0,23 / 0,3	0,25 (0,02)	0,21 / 0,28	0,2 (0,09)	0,12 / 0,36	0,33 (0,1)	0,23 / 0,53
21 dias		0,27 (0,06)	0,23 / 0,41	0,28 (0,03)	0,25 / 0,32	0,24 (0,09)	0,1 / 0,34	0,33 (0,07)	0,23 / 0,42
		0,32 (0,02)	0,29 / 0,35	0,28 (0,03)	0,24 / 0,35	0,23 (0,07)	0,15 / 0,34	0,38 (0,09)	0,24 / 0,49
COCA COLA									
T0	com	0,27 (0,02)	0,24 / 0,3	0,25 (0,03)	0,22 / 0,28	0,13 (0,1)	0,05 / 0,35	0,37 (0,05)	0,32 / 0,44
		0,29 (0,03)	0,24 / 0,33	0,26 (0,03)	0,23 / 0,32	0,15 (0,07)	0,07 / 0,28	0,35 (0,06)	0,28 / 0,44
21 dias		0,24 (0,02)	0,22 / 0,27	0,27 (0,03)	0,23 / 0,3	0,15 (0,08)	0,07 / 0,28	0,35 (0,05)	0,24 / 0,41
		0,29 (0,04)	0,24 / 0,35	0,25 (0,03)	0,2 / 0,29	0,17 (0,07)	0,1 / 0,29	0,4 (0,1)	0,32 / 0,6
CAFÉ									
T0	com	0,25 (0,04)	0,2 / 0,3	0,25 (0,04)	0,21 / 0,3	0,16 (0,1)	0,07 / 0,3	0,38 (0,08)	0,29 / 0,49
		0,29 (0,07)	0,19 / 0,39	0,26 (0,03)	0,22 / 0,31	0,23 (0,11)	0,08 / 0,36	0,34 (0,04)	0,29 / 0,4
21 dias		0,31 (0,11)	0,25 / 0,57	0,29 (0,03)	0,26 / 0,35	0,16 (0,1)	0,07 / 0,32	0,43 (0,04)	0,39 / 0,5
		0,27 (0,07)	0,19 / 0,37	0,24 (0,02)	0,22 / 0,27	0,2 (0,08)	0,09 / 0,32	0,43 (0,07)	0,31 / 0,54
CHÁ PRETO									
T0	com	0,25 (0,04)	0,19 / 0,3	0,28 (0,02)	0,26 / 0,3	0,14 (0,05)	0,08 / 0,25	0,38 (0,07)	0,25 / 0,46
		0,27 (0,02)	0,24 / 0,31	0,28 (0,04)	0,21 / 0,34	0,19 (0,1)	0,06 / 0,35	0,38 (0,04)	0,32 / 0,44
21 dias		0,28 (0,05)	0,22 / 0,36	0,3 (0,04)	0,25 / 0,37	0,17 (0,11)	0,07 / 0,37	0,39 (0,04)	0,35 / 0,45
		0,25 (0,07)	0,2 / 0,4	0,26 (0,03)	0,21 / 0,29	0,19 (0,09)	0,1 / 0,37	0,39 (0,08)	0,27 / 0,49
VINHO TINTO									
T0	com	0,27 (0,06)	0,18 / 0,35	0,26 (0,02)	0,22 / 0,29	0,14 (0,07)	0,05 / 0,27	0,39 (0,05)	0,32 / 0,48
		0,28 (0,05)	0,22 / 0,36	0,28 (0,03)	0,23 / 0,31	0,21 (0,08)	0,08 / 0,31	0,44 (0,09)	0,31 / 0,53
21 dias		0,26 (0,05)	0,19 / 0,35	0,27 (0,03)	0,23 / 0,32	0,13 (0,08)	0,02 / 0,22	0,36 (0,05)	0,32 / 0,45
		0,3 (0,05)	0,23 / 0,38	0,3 (0,04)	0,24 / 0,37	0,23 (0,11)	0,07 / 0,36	0,4 (0,09)	0,25 / 0,56

Autorizo a reprodução deste trabalho.

(Direitos de publicação reservados ao autor)

Araraquara, 06 de Julho de 2012.

CIBELE BRAGA DE OLIVEIRA