

INSTITUTO VELLINI
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ORTODONTIA

LIZANDRA MOREIRA RIBEIRO DAVY
PATRICIA VINCHI SANDRIN

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DO GRAU DE
MANCHAMENTO EM BRAQUETES
ESTÉTICOS

São Paulo - SP

2015

LIZANDRA MOREIRA RIBEIRO DAVY
PATRICIA VINCHI SANDRIN

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DO GRAU DE
MANCHAMENTO EM BRAQUETES
ESTÉTICOS**

Projeto de conclusão de curso em formato de artigo científico (estilo Vancouver), apresentado como exigência parcial para obtenção de título de Especialista em Ortodontia ao Instituto Vellini, sob a orientação da Professora Dra. Mayara Paim Patel

São Paulo - SP

2015

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução e divulgação total ou parcial desta monografia, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

Assinatura do autor: _____ Data: __ / __ / ____.

Folha de Aprovação

Monografia apresentada ao Instituto Vellini como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Ortodontia.

São Paulo, 27 de Abril de 2015.

Banca Examinadora

1) Prof. Dr. Flávio Augusto Cotrim-Ferreira.

Julgamento: _____ Assinatura: _____

2) Profa. Dra. Mayara Paim Patel.

Julgamento: _____ Assinatura: _____

3) Prof. Dr. Celso de Camargo Barros.

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Resultado: _____

DEDICATÓRIAS

À nossa família, pelo árduo esforço na educação e formação dos filhos, pelo exemplo de força, honestidade e simplicidade, e por sempre acreditar e nos apoiar em tudo.

Aos nossos companheiros por ser nosso ponto de equilíbrio, sempre essencial em nossa história, pela paciência, compreensão e incentivo incondicional ao longo do período de elaboração deste trabalho.

Aos nossos filhos, Isabella e Henrique, motivação para tudo que buscamos em nossas vidas, pela infinita felicidade que só esses presentes divinos são capazes de nos proporcionar.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela saúde, inspiração e pelas pessoas tão especiais à nossa volta, que nos possibilitaram concluir este trabalho.

Ao Prof. Dr. Flávio Vellini Ferreira, pela incansável dedicação, por ser um exemplo a ser seguido, pela disciplina, seriedade, educação e competência.

Ao Prof. Dr. Flávio Augusto Cotrim-Ferreira, além de um brilhante educador, um ser humano especial, muito obrigado pela experiência transmitida, senso crítico, atenção e apoio frequentes, durante o processo de definição e orientação desta monografia.

À nossa querida e dedicada professora Andréa Suster, que ao longo de nossa caminhada não mediu esforços para nos transferir seus conhecimentos.

À nossa orientadora, Profa. Dra. Mayara Paim Patel, agradecemos por ter sido não só orientadora, mas acima de tudo amiga. Pelo exemplo de profissionalismo, competência, responsabilidade e carinho. Obrigada pela paciência, pela confiança em nosso trabalho, pelos conselhos e principalmente por todo crescimento que nos proporcionou.

E a todos que direta ou indiretamente colaboraram para nossa formação.

‘Se eu vi mais longe foi por estar sobre ombros de gigantes’

Issac Newton

Resumo

A crescente procura de adultos por tratamentos ortodônticos aumentou também o interesse pela utilização de aparelhos fixos mais discretos e socialmente aceitáveis. Dessa forma as vantagens e desvantagens dos braquetes estéticos têm sido discutidas através de pesquisas e testes em laboratórios. Embora a cor dos braquetes seja a maior vantagem desses acessórios em relação aos braquetes metálicos, essa propriedade é a menos estudada e a maioria dos poucos artigos que a mencionam não são baseados em evidências científicas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar, *in vitro*, a instabilidade de cor de tipos diferentes de braquetes de policarbonato, policristalino e monocristalino quando imersos em diferentes soluções potencialmente corantes (vinho tinto e café) e água purificada (controle). Os braquetes foram divididos em três grupos de acordo com a solução em que ficariam submersos (vinho tinto, café e água purificada). Cada grupo apresentava seis braquetes de cada marca, totalizando 108 braquetes sendo que as marcas comerciais testadas foram: Orthometric/Iceram®, 3MAbzil/Trancend®, Orthotechnology/Pure®, Eurodonto/Zetta®, Trianeiro/Braquetes de Composito reforçado com Fibra de Vidro® e Morelli/Composite®. As alterações ópticas foram registradas através de imagens digitais obtidas em condições padronizadas pela *International Organization for Standardization*. Os registros fotográficos foram feitos, T0 (braquetes após 24 horas na água purificada), T1 (braquetes após 24 h nas soluções corantes), T2, T3 e T4 (braquetes após 7, 14 e 21 dias nas soluções corantes, respectivamente). Estas imagens foram analisadas através do programa Adobe Photoshop CS6, utilizando o padrão CIE L*a*b*. Para a análise estatística, foi utilizada a Análise de Variância de fator único para dados independentes, o teste de Turkey de múltiplas comparações, além do teste “*t*” pareado, para cada condição experimental, adotando-se o nível de significância de 5%.

1. Braquetes ortodônticos 2. Pigmentação 3. Estética 4. Fotografia digital.

1.Introdução

Os braquetes estéticos surgiram na década de 70 e eram compostos de policarbonato. Esse material apresentava características negativas, como deformação e fragilidade estrutural, baixa adesão e baixa resistência ao manchamento durante o tratamento, o que comprometia o seu desenvolvimento clínico. Na tentativa de solucionar tais problemas, algumas modificações estruturais foram realizadas, como o reforço com cargas cerâmicas e fibras de vidro. Entretanto, a instabilidade de cor e a distorção continuaram elevadas.

1-2-3-4-5-6-7

Em 1986, foram introduzidos no mercado os braquetes cerâmicos, a fim de tentar minimizar as limitações e propriedades deficientes dos braquetes plásticos. A base de fabricação é a cerâmica, material friável, moldado e endurecido pelo calor. Os braquetes cerâmicos podem ser fabricados em dois tipos de composição: monocristalina, massa fundida em alta temperatura formando um único cristal de óxido de alumínio resultando na fabricação de um único braquete. Sua principal vantagem é a eliminação de possíveis impurezas ou imperfeições, favorecendo sua estética através da claridade óptica; porém, o custo de fabricação é mais elevado; e policristalina que constituem-se de cristais de óxido de alumínio fusionados em altas temperaturas, permitindo a moldagem de vários braquetes simultaneamente em uma operação de baixo custo, produzindo grandes quantidades, podendo gerar imperfeições estruturais dos acessórios. Apesar da estabilidade de cor no meio bucal ser o principal desafio dos braquetes estéticos, ainda assim podem sofrer alterações em suas propriedades ópticas no ambiente oral devido ao seu manchamento por substâncias corantes presentes em alimentos e bebidas.⁸⁻⁹⁻¹⁰⁻¹¹⁻¹²⁻¹³⁻¹⁴

Portanto o objetivo do presente estudo é avaliar *in vitro* as possíveis alterações de cor no braquetes monocristalinos e policristalinos e policarbonatos, imersos a diferentes soluções potencialmente corantes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para facilitar a compreensão dos assuntos abordados neste trabalho, a revisão de literatura foi dividida em duas partes. Na primeira parte será dado enfoque a aspectos importantes relativos à cor e a compreensão dos métodos para sua mensuração. Na segunda parte serão relatados os trabalhos relacionados às características estéticas dos braquetes estéticos, em especial aquelas relacionadas às suas principais características e as possibilidades de seu manchamento por substâncias corantes.

2.1. Aspectos Importantes no Estudo da Cor

2.1.1. Percepção da Cor

A descrição da cor é explicada como uma impressão puramente subjetiva de um observador individual, resultante da interação física entre objeto, fonte de luz e o próprio observador.^[15]

A visualização da cor inicia-se com a fonte de luz, seja uma luz natural ou uma fonte de luz artificial, correspondem a ondas eletromagnéticas dentro do espectro visível, com comprimentos de onda entre 380 e 760 nanômetros (figura 1).^{16.}

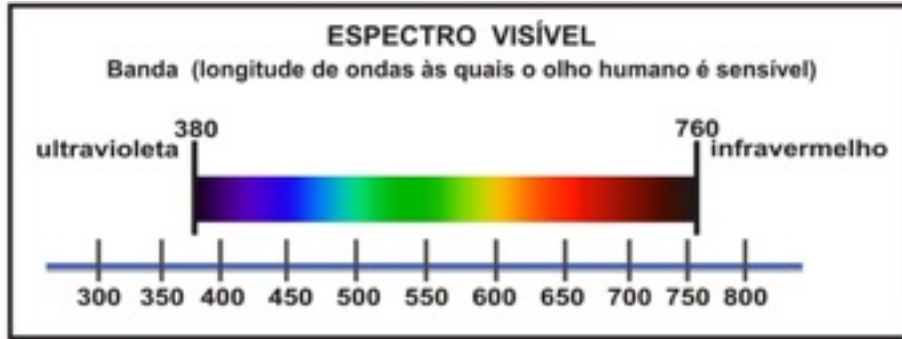


Figura 1 - Uma seção do espectro de energia eletromagnética mostrando a escala de comprimento de onda correspondente ao espectro visível.¹⁷

A interação da luz com os objetos pode ser de diversas maneiras. Ela pode ser refletida da superfície do objeto, ser absorvida por ele ou ainda ser transmitida através do objeto. Assim sendo, quando observamos uma determinada cor em um objeto, isto representa que ele está absorvendo a maior parte dos comprimentos de onda incidentes sobre ele, e refletindo justamente os raios correspondentes à cor observada. A percepção das cores é um pré-requisito para a apreciação estética, da mesma forma que o exame visual é para investigação clínica normal, sendo resultado da atividade de um dos cinco sentidos de ser humano. A cor pode ser avaliada através de meios visuais ou instrumentais.¹⁸⁻¹⁹

As metodologias de quantificação de cor foram desenvolvidas para possibilitar sua percepção numérica. São os colorímetros e os espectrofotômetro, desde então há uma concordância a respeito da descrição de cores através de números.²⁰⁻²

2.1.2. Descrição Numérica da Cor

Pela sua subjetividade, as cores devem ser mensuradas através de métodos de quantificação que permitam a expressão numérica da cor. Desenvolveu-se, então, a colorimetria, ramo da ciência da cor que determinou numericamente a cor refletida por um objeto assim como a diferença entre as cores de dois objetos diferentes.²⁰⁻²²⁻²³

Por diversas razões, incluindo o reconhecimento de todo o mundo, consistência, flexibilidade e simplicidade, o Sistema de Cores de Munsell se destacou entre os muitos sis-

temas numéricos ordenados para a descrição da cor. Este sistema publicado por Albert Henry Munsell, em 1915, identifica a cor de uma forma mais racional, descrevendo-a em três aspectos: matiz, valor e croma.¹⁸

O Matiz ou Tom é o atributo pelo qual são identificados diferentes comprimentos de ondas, ou seja, através do matiz somos capazes de distinguir as cores. Desta forma, ao se descrever a cor dominante de um objeto como, por exemplo, objeto vermelho, verde ou azul, está se definindo seu matiz.¹⁸

O Valor ou Luminosidade é a qualidade pela qual distinguimos uma cor clara de uma cor escura, ou seja, identifica a quantidade de branco ou preto existente em uma cor. O valor esta relacionado com o eixo polar acromático de Munsell, podendo ser medido independentemente do matiz. As cores de valor alto parecem claras e as de valor baixo, aparecem escuras.¹⁸

A Saturação ou o Croma é a intensidade da cor determinada pelo grau de saturação do pigmento contido em uma escala de matiz, sendo que quanto maior o croma, mais intensa será a cor. Por exemplo: mais vermelho, menos azul ou mais amarelo. Também pode ser definida como a pureza dessa cor, ou seja, a quantidade de sua complementar ou terceira cor. Por exemplo: um tom de verde esta 100% saturado quando sua composição é formada por 100% de ciano e 100% de amarelo e nada de magenta.¹⁸

O Sistema de Cores de Munsell pode ser representado por uma esfera ou cilindro (Figura 3). Nesta representação, um eixo acromático se estende pelo centro do cilindro, formando uma escala de valores com branco puro no topo e preto puro na base. As cores se arranjam ao redor do eixo dentro de cada matiz. As cores claras estão localizadas na parte superior do cilindro e as cores escuras em direção à base do cilindro. Partindo do eixo central, diferentes cromas se estendem horizontalmente em uma gradação até a saturação completa. Com estes três aspectos (valor, matiz e croma), qualquer uma das milhares de cores pode ser descrita integralmente.¹⁸

cromáticos que representam a variação de matiz e croma. O valor da coordenada a^* , no eixo X representa a saturação de cor que vai do verde ($a^* = -128$) ao vermelho ($a^* = +127$). O valor de b^* , no eixo Z, vai do azul ($b^* = -128$) ao amarelo ($b^* = +127$). As coordenadas a^* e b^* aproximam-se de zero para as cores neutras (branco, cinza) e aumentam em magnitude para as cores mais saturadas e intensas. Desta forma, este sistema permite a definição numérica da cor e a diferenciação existente entre duas cores.²⁵⁻¹⁹

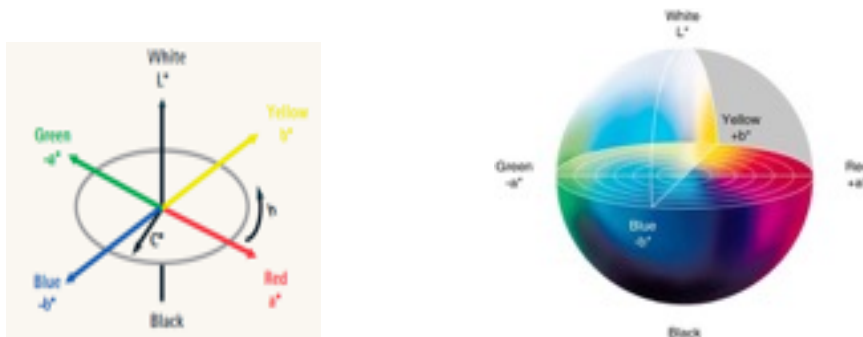


Figura 3: Sistema de Cores CIE Lab

(Fontes: www.sapdesignguild.org/images/ciela2.gif)¹⁹

Nas aplicações industriais, quando pequenas diferenças de cor estão em questão, o sistema CIE Lab apresentou uma uniformidade pobre do espaço da cor. Assim, a CIE propôs uma nova fórmula com o objetivo de aperfeiçoar a correção entre as diferenças de cor, a CIEDE2000. Esta equação foi oficialmente adotada como a nova fórmula de diferença de cor da CIE. Nela houve a incorporação de correções específicas para a não-uniformidade do espaço CIE Lab e parâmetros que contabilizam a influência do iluminante e das condições de visualização na avaliação da diferença de cor. Nela estão inclusas, não somente luminosidade, matiz e croma, mas também um termo interativo entre as diferenças de croma e matiz para aperfeiçoamento do desempenho para cores azuis e um fator para CIE Lab a^* para aperfeiçoamento do desempenho das cores cinza. Por enquanto, poucas tentativas foram feitas para a aplicação desta nova fórmula em odontologia.²⁶⁻²⁷⁻²⁸⁻²⁹

2.1.3. Métodos da Avaliação da Cor

Vários métodos de mensuração de cor podem ser utilizados para avaliar a cor dental e mensurar as mudanças de cores durante procedimento do clareamento dental. Estes variam da comparação visual (subjetivo) usando papel, escalas de cores de resina acrílica ou porcelana e a mensuração através de instrumentais (objetivo) com espectrofotômetros, colorímetros e técnicas de análise de imagens obtidas através de câmeras digitais. A avaliação da cor pelo sistema visual é passível de falhas, já o sistema instrumental elimina o fator subjetividade na aferição da cor do material.²⁴

O método visual é um processo subjetivo pelo qual o dente e escalas de cores dentais são observados simultaneamente. Apesar da ampla aceitação, sendo muito usada no cotidiano, esta análise torna-se subjetiva devido às muitas variáveis como: a luz do ambiente no momento da avaliação; a idade e acuidade visual do examinador; a impossibilidade de adequar os resultados no sistema CIE L*a*b* ou outro sistema; a falta de igualdade nos tons entre as diferentes escalas existentes no comércio, entre outros. Além disto, é necessária a presença de mais de um examinador para ampliar a credibilidade dos dados e aproximá-los ao máximo da realidade.³⁰

Alguns estudos ressaltam que olho humano é capaz de detectar pequenas diferenças de cor entre diferentes objetos. Porém, a percepção da diferença de cor e da magnitude dessa diferença varia entre os indivíduos e para um mesmo indivíduo ao longo do tempo. Neste sentido, observaram que em 33% e 26,6% dos casos, respectivamente, os observadores não selecionaram a mesma cor para o mesmo dente, confirmando a hipótese de que diferentes pessoas percebem a mesma cor de maneiras diferentes.³¹⁻³²⁻¹⁵

A avaliação visual de cor pode ser afetada pela cor da tez do paciente, a maquiagem, a roupa e a distribuição dos dentes na arcada. Outros fatores que também podem afetar a avaliação visual da cor são as condições ambientais de iluminação, a experiência do observador, a idade e fadiga do olho humano, as variáveis fisiológicas como daltonismo e, por fim, a limitação da comunicação verbal das características de cores avaliadas visualmente, que podem levar a inconsistências e viés na percepção e comparação de cores.³³⁻²⁴

O olho humano não consegue detectar valores de ΔE abaixo de 1,5, embora este valor seja mensurável por meio de um espectrofotômetro. Uma pessoa treinada em reconhecimento de cor, com visão direta, pode ser capaz de detectar valores de ΔE de 1,5 a 2,5 unidades, enquanto uma pessoa com capacidade média de reconhecimento de cor pode reconhecer uma mudança de ΔE entre 2,5 a 3,5 unidades.³⁴⁻²⁰

Alguns estudos prévios avaliaram a alteração de cor por observação visual e colorimetria, e apontaram uma diferença média de cor considerada visualmente perceptível, assim como clinicamente inaceitável seria de 3,7. De acordo com isto, valores de ΔE abaixo de 3,3 podem ser considerados clinicamente aceitáveis.³³

Neste mesmo sentido, testaram a hipótese de que a avaliação de cor do dente em espectrofotômetro é comparável a determinação visual. Trinta pacientes, que portavam pelo menos um incisivo central superior íntegro, foram selecionados para este estudo. Três dentistas que não apresentavam deficiência visual de cor compararam o terço médio dos dentes com a escala de cor Vita Classical. Os mesmos dentes foram avaliados em espectrofotômetro de reflexão. No grupo da avaliação visual os dentistas fizeram seleções de cor iguais em somente 26,6% dos casos. No grupo do espectrofotômetro as seleções de cor foram iguais em 83,3% dos casos. Em 93,3% dos casos os valores ΔE da avaliação visual da cor do dente foram maiores do que os valores ΔE obtidos em espectrofotometria ($p < 0,0001$), indicando um aumento de 33% na precisão da seleção da cor pelo espectrofotômetro. Os resultados sugeriram que a avaliação de cor em espectrofotômetro é mais precisa e reproduzível que a avaliação visual humana.¹⁵

Os métodos mais objetivos de avaliação da cor utilizam espectrofotometria, colorimetria e análise computadorizada de fotografia digital. Estes mesmos autores relatam ainda que os espectrofotômetros propiciam alta precisão na capacidade de medir cores absolutas, independente da qualidade da luz incidente. Uma vez que o espectrofotômetro mede a graduação de cor baseada no espaço de cor da CIELAB, permite a determinação de cor tridimensional, sendo utilizados para medir a cor dos dentes com margem de erro reduzida.³⁵

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. Um colorímetro é descrito geralmente como qualquer instrumento que caracteriza amostras de cores para obter uma medida objetiva dos parâmetros das cores (ex: saturação, matiz, luminescência). A desvantagem dos colorímetros é que são designados para superfícies planas, não sendo adequados para as superfícies dos dentes.²¹⁻²²⁻²⁴

Uma terceira opção para a avaliação da cor, a análise das imagens adquiridas através da fotografia digital. A maioria das câmeras digitais adquirem imagens com base na combinação de vermelho, verde e azul claro, conhecido como o modelo de cor RGB. Uma vez que a imagem é obtida, um programa de computador é utilizado para analisar as propriedades ópticas das áreas seleccionadas de interesse.³⁶

Alguns estudos avaliaram o uso de câmeras fotográficas digitais como meio de calcular a precisão da cor em Odontologia. Utilizando um espectro-radiômetro, os autores obtiveram o valor CIE LAB de 264 amostras de cores e 65 escalas de cor, utilizadas como modelos de calibragem. Em seguida, registraram as imagens digitais das amostras por meio de três câmeras fotográficas digitais SLR, dos modelos Nikon D100, Canon D60 e Sigma SD9. Então, os valores CIE LAB obtidos dos modelos de calibragem através do espectro-radiômetro foram comparados aos valores CIE LAB obtidas através das câmeras digitais. Na comparação das imagens, observou-se que 12 combinações câmeras/modelos de calibragem divergiram significativamente na medição de cores, demonstrando diferença estatisticamente significativa de acordo com o modelo da câmera e o modelo de calibragem. Contudo, os autores deste estudo ressaltaram que, as câmeras digitais SLR comerciais avaliadas, quando combinadas com os protocolos de calibração adequados, mostraram potencial para uso no processo de replicação de cor na clínica odontológica.

A análise de imagens fotográficas, com a utilização de programas gráficos, consiste em outro método de avaliação da cor do dente, que pode ser utilizado com sucesso para avaliar os efeitos de materiais clareadores, expressando as alterações de cor pelos valores $L^*a^*b^*$. Quanto maior a resolução das câmeras digitais, melhor o detalhe da imagem, e, conseqüentemente, maior a precisão do registro da cor.³⁷⁻³⁸

2.1.4. Fatores que influenciam a avaliação da cor

Alguns estudos descreveram os diversos fatores que influenciam na percepção da cor pelo profissional da Odontologia, tais como: condições locais de iluminação, estado emocional (que pode alterar o diâmetro da pupila), fadiga visual, doenças crônicas (como diabetes, catarata, glaucoma e alcoolismo), uso de medicamentos, interferências provocadas pela cor de elementos adjacentes (como a cor da gengiva e dos dentes, a maquiagem e a roupa do paciente), o Metamerismo, entre outros.³⁵⁻³²⁻³³⁻³⁹⁻⁴⁰

Dentre todos esses fatores, para evitar uma avaliação inadequada da cor, atenção especial deve ser dada ao Metamerismo. Este fenômeno pode ser observado quando duas amostras de cores distintas produzem uma mesma sensação de cor sob uma condição, mas diferem sob outra.⁴⁰

2.1.5. Cálculo da variação de cor no Sistema CIELab

As diferenças de cor nos sistema CIELab podem ser expressas em unidades que podem ser relacionadas à percepção visual e significância clínica. A diferença nas medidas de L^* , a^* e b^* , entre duas cores captadas, por exemplo, antes e após um determinado experimento ter sido realizado, representam respectivamente os valores ΔL^* , Δa^* e Δb^* . Obtidos estes valores, é possível calcular a diferença de total de cor (ΔE^*) no sistema CIELab, através da seguinte fórmula: $\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$

Destaca-se que o valor obtido através da equação acima, expresso em unidades o ΔE^* , permite que se tenha uma representação quantitativa da diferença total de cor existente entre um par de amostras coloridas sob condições experimentais.¹⁹⁻²⁵⁻²⁷⁻⁴¹

2.1.6. Limite Aceitável para Variação de Cor

Para que as mensurações da diferença de cor tenham relevância clínica é necessário determinar os limites abaixo dos quais a variação de cor não seria clinicamente perceptível, ou que seria perceptível e aceitável para o observador humano. Apesar dos muitos estudos já realizados, ainda existe controvérsia entre os autores quanto ao valor de ΔE limite, variando desde 1,78 a 3,7 unidades de ΔE , no modelo CIELab (tabela 1).

Tabela 1 - ΔE limite, acima do qual a variação de cor é visualmente perceptível.

Autores (Ano)	Unidades de ΔE
Türkün e Türkün (2004) ³⁴	1,5
Ragain e Johnston (2001) ⁵³	entre 1,78 e 2,29
Dancy <i>et al.</i> (2003) ³²	2
Seghi <i>et al.</i> (1989) ²⁰	entre 1,5 e 3,5
Lagouvardos, Diamanti e Polyzois (2004); Ruyter, Nilner e Möller (1987) ³⁸	3,3
Johnston e Kao (1989) ³³	3,7

Segundo a *National Bureau of Standard* (NBS) os valores de alteração da cor com a visualização perceptível ao olho humano, podem ser relacionados de acordo com a Tabela 2. Contudo, para o uso deste quadro, os valores de ΔE obtidos pelo método CIELab precisam ser convertidos em unidades da NBS, através de uma fórmula constante, onde:

$$NBS_{unit} = \Delta E_{L^*a^*b^*} \times 0,92$$

Tabela 2 - Escores segundo a NBS.

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

Vale ressaltar que em todas essas classificações, não foi levado em consideração a influência de cada coordenada L^* , a^* e b^* , na percepção da diferença de cor. Neste sentido foi destacado que a diferença de cor total (ΔE^*), quantifica a diferença de cor entre 2 objetos, mas não a qualifica. Assim, apenas com o valor numérico de ΔE^* , não é possível afirmar em qual eixo e em que direção a variação de cor ocorreu.³¹

Ainda, as variações na coordenada a^* , vermelho-verde, são mais facilmente percebidas que as variações na coordenada b^* , amarelo-azul; as variações em luminosidade, L^* , não são tão facilmente percebidas de modo que a influência deste atributo pode não ser decisiva na reprodução da cor dental como descrevem alguns autores.³¹

Entretanto, apesar de b^* ser um importante indicador de clareamento, os valores individuais de L^* , a^* e b^* são úteis somente para qualificar o clareamento, sendo que nenhum dos parâmetros do sistema CIELab deve ser considerado isolado, pois o clareamento resulta da alteração combinada de todos os valores tri-estímulos.⁴²⁻³⁸

2.2. Braquetes Estéticos

O primeiro passo em direção a um aparelho ortodôntico fixo mais estético foi dado por Newman, em meados da década de 60, quando este introduziu o condicionamento ácido do esmalte associado à utilização de resinas epóxicas, permitindo a colagem direta de acessórios ortodônticos. A partir deste fato, com a evolução da técnica, ocorreu uma progressiva substituição do aparelho com bandas cimentadas em todos os dentes, por aquele com braquetes colados diretamente à superfície do esmalte.¹⁻⁸

O primeiro braquete não metálico, foi apresentado em um estudo com colagem de braquetes estéticos de policarbonato, manufaturados através de um processo de injeção de moldes do material plástico na forma do braquete específico, apresentando precisão suficiente para reproduzir pequenos detalhes requisitados. O policarbonato constitui-se em uma resina de ótima dureza, próxima a do aço, por isso foi o material eleito para gerar os primeiros braquetes estéticos.¹

Entretanto, apesar de apresentar estética mais favorável, eram visíveis as inconveniências deste material, tais como sua pigmentação quando expostos a alimentos e líquidos, desgaste do braquete e o pobre controle do torque após a inserção de dobras de 3ª ordem em fios de aço inoxidável. Além disso, quando comparados aos acessórios metálicos, esse material apresentava características negativas como a deformação e a fragilidade estrutural, além da baixa adesão, o que comprometia o seu desempenho clínico.²

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, mesmo reforçados, os braquetes estéticos de policarbonato, ainda apresentam inconvenientes decorrentes de sua composição plástica básica, que são a instabilidade de cor e a elevada deformação, ainda que bem menores que os de gerações anteriores.⁵

Os braquetes cerâmicos se tornaram aparelhos estéticos populares por resistirem a forças ortodônticas e apresentarem menor manchamento se comparados com braquetes de policarbonato. Por outro lado, os braquetes cerâmicos apresentaram algumas características indesejáveis, como sua alta friabilidade, o maior atrito com os fios ortodônticos, a possibilidade de causar desgastes em dentes antagonistas ou lesões no esmalte durante sua remoção, além de possuírem uma estrutura mais volumosa que a dos braquetes metálicos.¹¹

Diversos estudos relatam que os braquetes de cerâmica se tornaram cada vez mais populares devido as suas vantagens sobre os braquetes poliméricos, tais como maior resistência ao manchamento, sendo quimicamente inertes.⁴³

Os braquetes cerâmicos são compostos de óxido de alumínio (Al_2O_3), também chamado de alumina, podendo ser classificados em monocristalino (comumente chamados de braquetes de safira) ou policristalino de acordo com seu processo de manufatura.¹¹

A principal diferença entre essas duas estruturas é a claridade óptica, sendo a monocristalina mais clara e translúcida que a policristalina devido ao maior tamanho dos grãos cerâmicos e ao menor número de impurezas presentes em sua constituição. No entanto, ambas apresentam boa resistência a alterações de cor.¹³

Os braquetes policristalinos são fabricados com partículas de óxido de alumínio e um aglutinante, de forma que a mistura possa ser moldada e posteriormente cortada até que o formato final do braquete seja estabelecido. Posteriormente, a mistura moldada é aquecida à temperaturas acima de 1800 °C para queimar o aglutinante e unir as partículas de óxido de alumínio. Segue-se então, um tratamento térmico para remoção das imperfeições da superfície e liberação de estresses estruturais criados durante a realização dos cortes.¹¹

Os braquetes feitos a partir da cerâmica monocristalina são produzidos por um processo bastante diferente. Cristais individuais de safira são produzidos a partir de uma massa fundida de óxido de alumínio a temperaturas mais elevadas que 2100 °C. Essa massa é vagarosamente resfriada para permitir uma cristalização controlada. Assim, forma-se um cristal muito mais puro, além de praticamente se eliminar a possibilidade de propagação de fraturas através de áreas que contenham imperfeições ou impurezas. Esse processo de produção é mais complexo e caro que o dos braquetes policristalinos, o que leva a uma menor disponibilidade de braquetes monocristalinos no mercado.¹³

Já os braquetes cerâmicos apresentam uma série de características muito importantes que afetam seu desempenho clínico. Os principais problemas destes acessórios são seu alto custo, a possibilidade de causar abrasão dos dentes antagonistas, devido sua alta dureza, maior fricção, danos ao esmalte dentário no momento da descolagem e fraturas durante sua utilização. Alguns estudos acrescentam ainda que as propriedades ópticas do braquetes cerâmicos são de suma importância clínica, portanto, deveriam apresentar boa estabilidade de cor. Contudo, algumas marcas destes dispositivos não se comportam desta forma.⁴⁴⁻⁴⁵

Apesar da estabilidade de cor no meio bucal ser o principal desafio dos braquetes estéticos, suas propriedades ópticas são as menos estudadas diretamente, mesmo constituindo a principal vantagem desses braquetes em relação aos acessórios metálicos.¹⁰

Todavia, existem na literatura estudos que relatam a possibilidade que os braquetes cerâmicos possuem de sofrer alterações em suas propriedades ópticas no ambiente bucal, devido ao seu manchamento por substâncias corantes presentes em alimentos e bebidas.

11-12-13

Motivado pelas dúvidas levantadas a partir da literatura ortodôntica, assim como pela ausência de evidência científica comprovando a real estabilidade de cor dos braquetes cerâmicos, alguns estudos tem sido realizados para testar a estabilidade de cor desses braquetes frente aos pigmentos potencialmente corantes, presentes nos cotidiano das pessoas.

A literatura descreve a realização um estudo com objetivo de investigar os efeitos de certos alimentos na estabilidade da cor de braquetes estéticos de diferentes composições. Foram selecionadas seis marcas de braquetes estéticos de composições variadas: três cerâ-

micos policristalinos, um policarbonato, um plástico reforçado e um polioximetileno. Dez braquetes de cada tipo foram imersos em várias soluções (água deionizada, chá, café solúvel, vinho tinto, suco de laranja, curry e agrião) por 10 dias a 37° C. Outros 10 braquetes foram expostos ao foto-envelhecimento acelerado através da luz ultravioleta. A alteração de cor foi medida através de um espectrofotômetro, antes da imersão e diariamente durante os dez dias de teste, após um minuto de limpeza e secagem dos braquetes. Os resultados foram divididos em três tipos de reação: nenhum manchamento visível, observado nos braquetes expostos a luz ultravioleta, suco de laranja e agrião; significativo manchamento ao fim de cinco dias, apresentado por todos os braquetes imersos em vinho tinto, chá ou café solúvel; manchamento imediato, apresentado pelos dispositivos ortodônticos feitos de polioximetileno em contato com o Cury. Vale ressaltar que, em contato com o cury, todos os demais braquetes do estudo não apresentaram nenhuma reação. Os autores chegaram à conclusão que o material mais desfavorável foi o polioximetileno, principalmente contra-indicado no tratamento de pacientes que consomem cury, sendo o material de eleição o cerâmico policristalino, pela significativa diferença na estabilidade de cor comparada aos outros materiais. De acordo com este estudo, o agrião, o suco de laranja e a luz ultravioleta não afetam a estabilidade de cor em braquetes estéticos. Embora tenha sido demonstrado neste estudo, que certos alimentos podem causar grande efeito na alteração de cor de braquetes estéticos

46

Um estudo, *in vitro*, foi realizado para avaliar a estabilidade de cor de cinco tipos de braquetes cerâmicos após imersão em soluções potencialmente corantes. Os braquetes foram divididos em quatro grupos de acordo com as soluções nas quais ficaram imersos (café solúvel, vinho tinto, Coca-Cola® e saliva artificial). A mensuração das possíveis alterações de cor dos braquetes foi feita de acordo com a escala de cor da *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) L^* , a^* , b^* (LAB), utilizando-se um espectrofotômetro de reflectância. Estas avaliações foram feitas antes da imersão, 24 horas, 72 horas, 7 e 14 dias após a imersão na saliva artificial e nas soluções corantes. Os resultados obtidos foram submetidos à avaliação estatística através da Análise de Perfis Multivariados de Médias, a Análise de Variância (ANOVA) e o teste t para amostras independentes e pareadas ao nível de 5% de sig-

nificância, para a comparação entre as médias intra e inter-grupos obtidas nas diferentes soluções e nos tempos distintos. Diante dos resultados foi observado, em geral, que o comportamento dos braquetes variou de acordo com a solução em que estavam imersos, apesar de que, dentro de uma mesma solução, os mesmos evoluíram de maneira similar, porém com ganhos diferenciados em relação à alteração de cor. O tempo de imersão nas soluções foi significativo para a alteração de cor de todos os braquetes, embora nem sempre percebidas visualmente.⁴⁷

Uma outra avaliação espectrofotométrica foi realizada das alterações cromáticas de braquetes estéticos de quatro diferentes materiais, os quais foram armazenados em soluções potencialmente corantes. As amostras foram divididas de acordo com a marca comercial e armazenadas em quatro tipos de soluções, armazenadas em estufa a 37°C, durante 14 dias. Todas as soluções e seus recipientes foram renovados regularmente a cada 24 horas de armazenamento. O período total de armazenamento foi de 14 dias. As possíveis alterações de cor foram mensuradas por meio de um espectrofotômetro de reflectância em cinco intervalos de tempo após o armazenamento (1, 3, 7, 10 e 14 dias). Previamente às leituras, após remoção da estufa, cada braquete foi lavado num aparelho de ultrassom, durante um minuto, e devidamente seco em papel absorvente. As alterações de cor foram registradas de acordo com o sistema CIE $L^*a^*b^*$ e a análise estatística foi conduzida empregando-se ANOVA a 1%, aplicação dos testes de Turkey e decomposição das interações com nível de significância a 5%. De acordo com seus resultados, todas as marcas de braquetes testadas sofreram alterações cromáticas nas soluções estudadas. A solução que mais influenciou a alteração de cor foi o café solúvel, seguida pelo refrigerante, enxaguatório bucal contendo álcool e água destilada. As maiores alterações de cor foram observadas nos braquetes Invu™, seguido pelo Silkon Plus™, Composite® e Transcend™, com diferenças estatisticamente significantes. Com base nos resultados obtidos, o autor concluiu que os braquetes estéticos não apresentam comportamento cromático satisfatório, sugerindo que os pacientes devem ser informados sobre a possibilidade das alterações de cor ao longo do tempo e da necessidade de redução do consumo de produtos com potencial corante.⁴⁸

O presente estudo também destaca a análise das propriedades cromáticas de 400 braquetes estéticos de 10 marcas, 5 de cerâmica e 5 de plástico. As amostras foram imersas em soluções potencialmente corantes (chá preto, café solúvel, curry e vinho tinto) e em saliva artificial como grupo controle, sendo todas as soluções mantidas a 37°C, durante 26 semanas. Escovação simulada foi evitada por questões de padronização e também para preservar a textura da superfície dos braquetes plásticos. Imagens digitais dos braquetes foram obtidas com uma câmera digital Nikon D90, em ambiente com iluminação controlada, sobre uma superfície de cartão preto, sendo que nenhum adesivo foi utilizado para fixação sobre o cartão, tendo em vista assegurar que apenas os efeitos cumulativos dos agentes corantes sobre os braquetes fossem analisadas. As imagens foram salvas no formato TIFF e analisadas por software gráfico Adobe Photoshop CS4. Os valores de alteração de cor foram divididos pela L^* , a^* , b^* , empregando-se ANOVA para comparações estatísticas. Os resultados mostram alterações nas propriedades ópticas dos braquetes de plástico e cerâmico, quando expostos às soluções corantes e, em menor grau, quando em contato com a saliva artificial *in vitro*. Em geral, o braquete cerâmico mudou de cor em menor grau do que o braquete de plástico. Nenhuma vantagem em resistência a manchas pode ser concedida ao braquete cerâmico monocristalino sobre os policristalinos, mas os braquetes híbridos plástico-cerâmicos mostraram menor mudança de cor do que os de plástico.⁴⁹

Uma outra metodologia avaliou o grau de manchamento de braquetes estéticos cerâmicos quando imersos em soluções potencialmente corantes. Utilizaram neste estudo, 15 braquetes de diferentes marcas e materiais Abzil/Transcend®, Eurodonto/Maia®, Eurodonto/Zeta®, Morelli ortodontia/Morelli Ceramic®, Orthometric/Iceram® e Technident/Technident Ceramic®, totalizando 90 braquetes. A amostra foi dividida em 3 grupos: um grupo controle foi imerso em água destilada, outro grupo foi imerso em vinho tinto e um terceiro grupo foi imerso solução de café solúvel. Antes da imersão, em ambiente com luz controlada, foi realizada a leitura da cor inicial dos braquetes, por meio de uma câmera fotográfica digital. Os recipientes contendo os braquetes foram mantidos em temperatura ambiente e em local escuro, eliminando a interferência da luz. Foram feitas outras leituras da cor nos grupos após 24, 48 e 72 horas de imersão. A cada 24 horas, as soluções eram trocadas e os

braquetes eram lavados em água corrente e levemente limpos com gaze de algodão. Após a obtenção das imagens, a mensuração da cor dos braquetes foi realizada através do software Photoshop CS6 de acordo com a *Comission Internationale de l'Eclairage* (CIE) L*, a*, b*. De acordo com os resultados, o braquete cerâmico monocristalino da Eurodonto Zeta apresentou maior estabilidade ao manchamento. Sendo que os braquetes cerâmicos Morelli Ceramic apresentaram o menor grau de estabilidade de cor quando comparado às outras marcas avaliadas em seu estudo. O vinho apresentou maior potencial de manchamento quando comparado ao café solúvel, sendo que os maiores índices de alteração da cor foram obtidos com o tempo de exposição de 72 horas.⁵⁰

PROPOSIÇÃO

3.1. Objetivos Gerais

O objetivo deste estudo, *in vitro*, foi avaliar por meio de fotografia digital, o efeito óptico a susceptibilidade à pigmentação de braquetes estéticos; E comparar à pigmentação entre as diferentes marcas comerciais de braquetes policristalino, policarbonato e monocristalino imersos em soluções corantes.

3.2. Objetivos Específicos

1- Comparar as alterações na cor entre marcas comerciais de braquetes policristalino, policarbonato e monocristalino, após serem imersos em soluções potencialmente corantes;

2- Analisar o potencial de manchamento de duas soluções, café solúvel e vinho, quando em contato com braquetes.

4. MATERIAIS E MÉTODO:

4.1. Materiais

4.1.1. Braquetes

Para a realização deste estudo foram utilizados 108 braquetes sendo:

- 18 braquetes Transcend (Abzil/3M® do Brasil, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil, Lote 1428800850);
- 18 braquetes Roth Ceramic (Morelli Ortodontia®, Sorocaba, São Paulo, Brasil, Lote 1883851).
- 18 braquetes Iceram (Orthometric® lote 13100101)
- 18 braquetes Zetta (Eurodonto® lote 20140402)
- 18 braquetes Pure (Ortho Technology® lote SB130408-04)
- 18 braquetes de Policarbonato com 10% de fibra de vidro (Trianeiro® lote 2112)

Com a finalidade de padronização da amostra, foram utilizados apenas braquetes indicados para pré-molares, com a prescrição Roth, sem partes metálicas, com as dimensões descritas na tabela 3.

Tabela 3 – Dimensões dos braquetes utilizados no estudo.

Fabricante	Altura	Largura	Torque	Ângulação	Canaleta
3M/Transcend®	2,2mm	3,5mm	-7	0	0.22
Orthometric/ Iceram®	1,2mm	3,2mm	-7	0	0.22
Ortho Technology/ Pure®	2,2mm	3,2mm	22	0	0.22
Morelli/ Composite®	2,2mm	3,2mm	-7	0	0.22
Eurodonto/Zetta®	1,2mm	3,2mm	-7	0	0.22
Trianeiro®	2,10mm	3,24mm	-7	0	0,22

4.1.2. Meios de imersão potencialmente corantes

Para a investigação do efeito óptico foram utilizados dois meios potencialmente corantes, café solúvel e vinho tinto. Também, a água purificada foi utilizada como grupo controle, servindo para comparação e investigação da influência da hidratação na cor dos brackets. As características dos meios de imersão potencialmente corantes utilizados no presente estudo, estão discriminadas na tabela 4.

Tabela 4 - Características dos meios corantes utilizados na pesquisa.

Meio de Imersão	Nome Comercial	Fabricante / Origem	Lote
Água purificada	Água purificada	ADV / Nova Odessa- São Paulo, Brasil	1407027
Café solúvel	Nescafé solúvel® Original	Nestlé do Brasil / Araras, São Paulo, Brasil	41363055
Vinho tinto	Reservado/ Cabernet Sauvignon 12,5% vol. Álcool	Concha Y Toro / Santiago do Chile.	105991

O café solúvel foi escolhido com base em seu potencial de manchamento e por ser uma bebida bastante consumida pela população. Uma vez que, neste estudo seria avaliada a pigmentação após 21 dias de imersão no café, esta solução trocada a cada 24 horas, foi preparada apenas seguindo as recomendações do fabricante (uma colher de chá rasa para 50 ml de água), sendo dispensada a pesagem do pó.⁵¹⁻⁵²

O vinho tinto foi escolhido por ser uma substância corante amplamente utilizada em estudos relativos ao manchamento de materiais odontológicos. Além disso, o álcool presente no vinho provoca uma degradação da superfície em diferentes materiais odontológicos, o que pode acelerar o manchamento do material. Para sua utilização, no mesmo dia da imer-

são dos braquetes, foi aberta uma garrafa de 750 ml de vinho tinto, cujas características estão descritas na tabela 4.⁵¹

4.1.3. Outros materiais utilizados no experimento

Câmera fotográfica digital Nikon D80 (Nikon Corp.Tokio, Japão), com lente AF-S Micro Nikkor 60 mm 1:2.8G ED, mesa estativa, lâmpadas incandescentes *photo flood* azuis, porta comprimidos retangular com 8 divisões, seringa descartável milimetrada, pinça clínica de aço inoxidável, papel camursa preto de fundo, software Adobe Photoshop CC.

4.2. Método

4.2.1. Grupos de estudo

Para a realização dos ensaios laboratoriais foram formados 06 grupos, divididos de acordo com a marca do braquete e o meio de imersão potencialmente corante. Sendo que cada grupo foi constituído por 18 braquetes (n = 18).

4.2.2. Armazenamento e troca das soluções

Cada braquete foi armazenado unitariamente em um casulo de polipropileno com tampa, identificado com a cor do grupo com o propósito de codificação para individualização. Com auxílio de uma seringa descartável milimetrada, individualizada para cada solução, foram depositados aproximadamente 0,5 ml da respectiva solução em cada recipiente, de modo que os braquetes ficassem totalmente submersos no líquido. Todos os recipientes foram alojados de maneira uniforme, permanecendo em temperatura ambiente e em local escuro, eliminando a interferência da luz na alteração de cor dos braquetes.

Os braquetes foram mantidos imersos nas soluções potencialmente corantes por 21 dias. Neste período as soluções foram trocadas regularmente a cada 24 horas de armazena-

mento. Em todas as trocas de solução, cada braquete foi recolhido com o auxílio de uma pinça clínica, lavado em água corrente de torneira, minimizando qualquer tipo de contaminação.

4.2.3. Obtenção das imagens

A obtenção das imagens digitais dos braquetes foi realizada através de uma câmera fotográfica digital SLR Nikon D80 (Nikon Corp. Tokio, Japão), com lente AF-S Micro Nikkor 60 mm 1:2.8G ED (figura 4).



Figura 4 – Câmera fotográfica digital e lente utilizadas no experimento.⁵²

Antes de cada leitura, cada braquete foi recolhido com o auxílio de uma pinça clínica, lavado em água corrente de torneira e seco em papel absorvente, evitando a deposição de resíduos das soluções em sua superfície antes do registro fotográfico.

Para garantir a fidedignidade dos dados e evitar a inconsistência no processo de obtenção das fotos digitais, seguimos os padrões estabelecidos pela *International Organization for Standardization*. Para tanto, programamos a câmera digital no modo manual, calibrando a velocidade do obturador em 1/5 segundos, a abertura do diafragma em F29 e a sensibilidade do ISO em 200, com ampliação da lente 1:1 (macro). Para a regulação do equilíbrio do branco, escolheu-se a opção 5300K, compatível com a iluminação. Para evitar o metamerismo geométrico, a câmera digital foi fixada em uma mesa estativa, com lente

paralela ao solo, a uma distância constante de 8 cm da plataforma onde se posicionaram as amostras. Nesta mesa estativa, duas luminárias foram bidirecionalmente fixadas a um ângulo de 45° e a uma distância de 45 cm da plataforma onde foram posicionados os braquetes a serem fotografados (figura 5).

Os braquetes foram posicionados individualmente, de forma padronizada, sempre no centro da marcação fornecida pelo visor da câmera fotográfica. Foi utilizado como fundo, uma superfície de papel camurça preto, sem nenhum adesivo para fixação dos braquetes, tendo em vista assegurar que apenas os efeitos cumulativos dos agentes corantes sobre os braquetes fossem registrados.

Os tempos utilizados nesse estudo foi de T0 (braquetes após 24 h na água purificada), T1 (braquetes após 24 h nas soluções corantes), T2, T3 e T4 (braquetes após 7, 14 e 21 dias nas soluções corantes, respectivamente).

Nas avaliações colorimétricas, para evitar as discrepâncias do iluminante, a *Commission International de l'Eclairage* recomenda o uso de iluminantes padronizados.⁵² Para este estudo, as imagens digitais foram obtidas dentro de um ambiente escuro, utilizando como únicas fontes de luz apenas duas lâmpadas incandescentes *photo flood* azuis (5300 Kelvin), que emitem o espectro de luz equivalente ao natural.

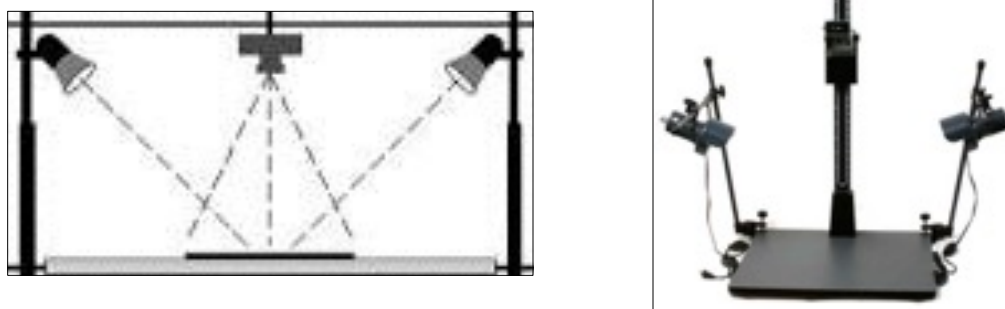


Figura 5 – À esquerda, uma ilustração do posicionamento da câmera digital e das luminárias em relação ao objeto a ser fotografado; à direita, a imagem de uma mesa estativa.⁵

4.2.4. Leitura e mensuração da cor

Após a obtenção das imagens, estas foram recortadas digitalmente, de forma a permitir a comparação da cor, utilizando sempre a mesma região da aleta do braquete. A mensuração da alteração de cor dos braquetes foi realizada através do software Photoshop CC, de acordo com a representação criada pela *Commission International de l'Eclairage*, conhecida na literatura como método CIE $L^*a^*b^*$, em que os três eixos são representados pelos parâmetros L^* , a^* e b^* . Os valores ΔL^* , Δa^* e Δb^* representam a diferença nas medidas de L^* , a^* e b^* , entre duas cores captadas, por exemplo, antes e após um determinado experimento ter sido realizado. Obtidos os valores de ΔL^* , Δa^* e Δb^* , outro parâmetro pode ter seu valor calculado, o qual recebe o símbolo ΔE^* , permitindo que se tenha uma noção geral do quanto às duas cores em questão são diferentes. Calculada como: $\Delta E^*=[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$.⁵²

Para permitir o cálculo da variação da cor, por meio do sistema CIE $L^*a^*b^*$, cada braquete foi submetido a um primeiro registro fotográfico (T_0), por meio de uma câmera fotográfica digital, correspondendo à leitura da cor inicial dos braquetes, T_0 (braquetes após 24 horas na água purificada), T_1 (braquetes após 24 horas nas soluções corantes), T_2, T_3, T_4 (braquetes após 7, 14 e 21 dias nas soluções corantes, respectivamente).

No grupo controle, imerso apenas em água purificada, o registro fotográfico foi realizado em todos os tempos. Uma vez que, esses tempos correspondem aos tempos inicial, intermediário e final do experimento, servindo como parâmetro para controle do efeito da hidratação na cor dos braquetes.

Feito isto, a cada leitura dos parâmetros $L^*a^*b^*$, os mesmos foram registrados em tabelas referentes aos tempos experimentais de seus respectivos grupos. Ao término da leitura dos parâmetros L^* , a^* e b^* , obtidos na medição de todos os registros fotográficos, foram calculados as variações ΔL^* , Δa^* e Δb^* , dos respectivos tempos experimentais. Na sequência, esses valores registrados foram submetidos à equação matemática acima citada e, automaticamente, obteve-se um valor específico de ΔE^* para cada braquete em cada tempo experimental. Como foram utilizados 6 braquetes de cada marca por solução, os va-

lores do ΔE^* desses 6 braquetes foram somados e divididos por 6, gerando um ΔE^* médio, que foi o valor do ΔE^* adotado para cada tempo experimental, marca dos braquetes e solução.

Para que as mensurações da diferença de cor tenham relevância clínica, é necessário determinar os limites aceitáveis de diferença de cor do observador humano. Contudo, apesar dos muitos estudos relativos a este tema, não existe um consenso na literatura a respeito do valor limite de variação total de cor (ΔE^*), a partir do qual a alteração passa a ser perceptível ao olho humano.⁵²

Neste estudo utilizamos a classificação proposta pela *National Bureau of Standard* (NBS), descrita anteriormente na Tabela 2. Para tanto, os valores de ΔE obtidos pelo método CIELab foram convertidos em unidades da NBS, através da fórmula:

$$\text{NBS}_{\text{unit}} = \Delta E_{L^*a^*b^*} \times 0,92$$

Vale ressaltar, que a diferença total de cor (ΔE^*) quantifica a diferença de cor entre dois objetos, mas não a qualifica. Portanto, este estudo também avaliou a variação individual de cada coordenada L^* , a^* e b^* .³¹

4.2.5. Análise estatística

Este estudo analisou 540 amostras divididas em 30 grupos experimentais diferentes, variando em função dos fatores independentes como marca do braquetes, meio de imersão corante. O tempo dos experimentos caracterizou o vínculo entre as amostras.

Foi estudada a Diferença de cor (ΔE^*) nos tempos de T0 (braquetes após 24 h na água purificada), T1 (braquetes após 24 h nas soluções corantes), T2, T3 e T4 (braquetes após 7, 14 e 21 dias nas soluções corantes, respectivamente), em todos os testes foram adotados nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Para verificar se os grupos tinham distribuição normal foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov e nenhum grupo apresentou desvio estatisticamente significantes de normalidade. Para comparações entre marcas e tempos foram utilizados Análise de Variân-

cia a dois critérios para medidas repetidas. Quando este apresentou diferença estatisticamente significativa foi utilizado o teste *post-hoc* de Turkey para as comparações múltiplas.

Todos os procedimentos estatísticos foram executados no Programa Statistica versão 12 (Stat Soft Inc., Tulsa USA).

5. RESULTADOS:

A tabela 1 abaixo apresenta a média e o desvio padrão da variação de cor e no resultado da comparação entre marcas e tempos de imersão para os braquetes em água.

Podemos notar que as diversas marca de braquetes não sofreram alterações cromáticas significantes ao longo do tempo. Os valores de ΔE^* oscilam com ligeiros aumentos e diminuem de acordo c o tempo.

A comparação entre os tempos dentro de cada marca mostrou diferença estatisticamente significativa somente para a marca Morelli® entre o tempo 7 dias e todos os outros tempos, sendo que em 7 dias a variação de cor foi maior do que nos outros tempos.

A comparação entre marcas apresentou o seguinte resultado:

Em 24h: só houve diferença da Morelli® para Trianeiro®, 3M®, Eurodonto® e Ortho Technology®, com maior variação de cor para a Morelli®.

Em 7 dias: a marca Morelli® apresentou o maior valor de variação e com diferença significativa para todas as outras. Orthometric® e Eurodonto® foram maiores do que Trianeiro® e Ortho Technology®.

Em 14 dias: Morelli® apresentou maior variação que Trianeiro®, 3M® o Ortho Technology®. Orthometric® mostrou valor maior do que Ortho Technology®.

Em 21 dias: Morelli® apresentou valores maiores que Trianeiro®, 3M® e Eurodonto®.

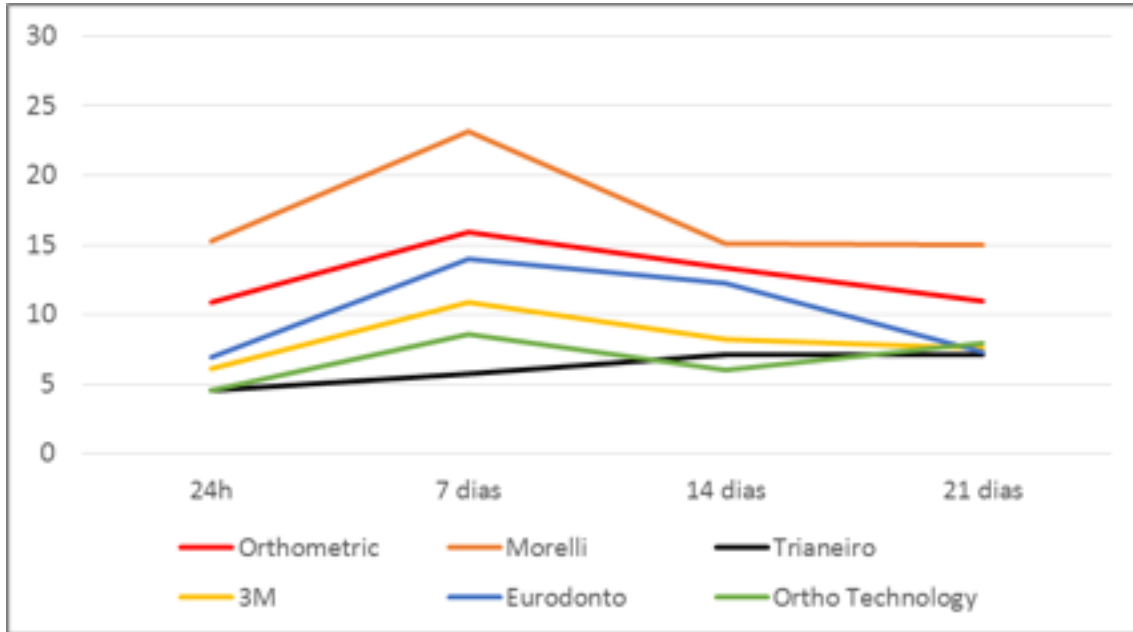
Tabela 1 – Média e desvio padrão da variação de cor e resultado da comparação entre marcas e tempos para os braquetes em água.

Marca	24h		7 dias		14 dias		21 dias	
	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp
Ortho-metric	10,88 ^{aAB}	3,33	15,90 ^{aAB}	3,30	13,33 ^{aAC}	1,03	10,93 ^{aAB}	6,11
Morelli	15,23 ^{aB}	1,22	23,15 ^{aC}	1,97	15,12 ^{aC}	2,29	14,98 ^{aB}	2,49
Trianeiro	4,56^{aA}	1,20	5,73^{aB}	3,08	7,15^{aAB}	4,26	7,13^{aA}	6,50
3M	6,11 ^{aA}	0,92	10,87 ^{aA}	1,70	8,19 ^{aAB}	0,91	7,61 ^{aA}	2,25
Eurodonto	6,94 ^{aA}	3,90	14,04 ^{aA}	4,02	12,21 ^{aABC}	5,33	7,27 ^{aA}	4,96
Ortho Technology	4,55 ^{aA}	2,00	8,58 ^{aB}	1,98	6,04 ^{aB}	2,74	7,97 ^{aAB}	3,63

Fonte: Análise estatística Prof. Lauris.

Tempos com mesma letra minúscula dentro de cada marca não possuem diferença estatisticamente significativa entre si

Marcas com mesma letra maiúscula dentro de cada tempo não possuem diferença estatisticamente significativa entre si



Fonte: Análise estatística Prof. Lauris.

Gráfico 1 – Médias da variação de cor ao longo do tempo para os braquetes em água.

A tabela 2 abaixo referida apresenta a média e o desvio padrão da variação de cor, assim como o resultado da comparação entre as marcas e tempos para os braquetes que foram imersos em café.

No comparativo entre as diversas marcas de braquetes estéticos notamos alterações de cor nos diversos tempos de imersão e também uma certa instabilidade colorimétrica dos mesmos.

A comparação entre os tempos dentro de cada marca mostrou as seguintes diferenças:

Orthometric®: em 24h a variação de cor foi menor do que em 7, 14 e 21 dias.

Morelli®: não houve diferença significativa entre os tempos.

Trianeiro®: 14 e 21 dias apresentaram maior variação de cor do que 24h.

3M®: 21 dias apresentou maior variação do que os outros 3 tempos. Quatorze dias mostrou valor maior do que 24 horas.

Eurodonto®: 7 dias e 21 dias apresentaram maior variação do que 24 horas.

Ortho Technology®: 14 e 21 dias apresentaram maior variação do que 24 h e 7 dias.

A comparação entre marcas em cada tempo apresentou o seguinte resultado:

Em 24h: Morelli® e Eurodonto® apresentaram variações maiores do que 3M.

Em 7 dias: Morelli®, Orthometric® e Eurodonto® foram maiores do que Trianeiro®.

Em 14 dias: Não houve diferença entre as marcas.

Em 21 dias: Ortho Technology® apresentou maior variação que Orthometric®, Morelli® e Trianeiro®.

Tabela 2 – Média e desvio padrão da variação de cor e resultado da comparação entre marcas e tempos para os braquetes imersos em café.

Marca	24h		7 dias		14 dias		21 dias	
	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp
Ortho-metric	5,94 ^{aAB}	0,75	14,04 ^{bB}	1,35	13,90 ^{bA}	0,73	15,34 ^{bA}	1,62
Morelli	13,40 ^{aB}	2,80	13,37 ^{aB}	3,66	13,12 ^{aA}	1,71	12,82 ^{aA}	2,19
Trianeiro	4,92 ^{aAB}	1,94	7,45 ^{abA}	0,94	11,58 ^{bA}	3,27	15,87 ^{bA}	5,36
3M	2,21 ^{aA}	1,17	11,48 ^{bAB}	1,82	12,54 ^{bA}	1,65	18,53 ^{cAB}	2,91
Eurodonto	8,36 ^{aB}	2,97	14,29 ^{bB}	4,83	12,74 ^{abA}	2,92	17,61 ^{bAB}	1,34
Ortho Technology	5,67 ^{aAB}	3,43	10,20 ^{aAB}	4,32	17,44 ^{bA}	3,41	22,91 ^{bB}	1,15

Fonte: Análise estatística Prof. Lauris.

Tempos com mesma letra minúscula dentro de cada marca não possuem diferença estatisticamente significativa entre si

Marcas com mesma letra maiúscula dentro de cada tempo não possuem diferença estatisticamente significativa entre si

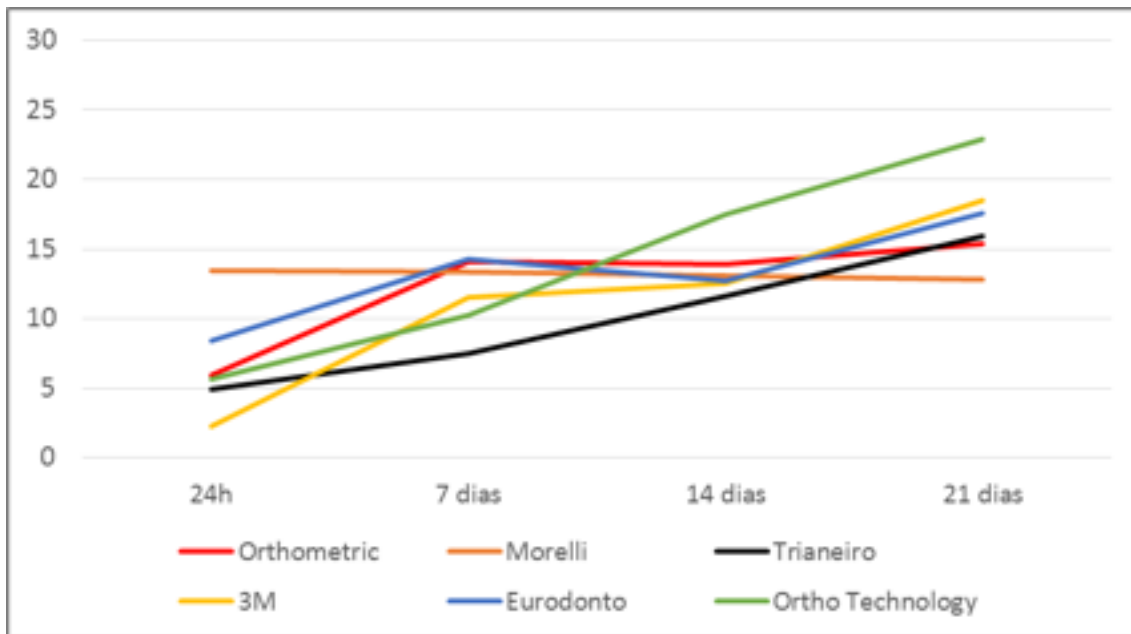


Gráfico 2 – Médias da variação de cor ao longo do tempo para os braquetes em café.

Fonte: Análisa estatística Prof. Lauris.

Na tabela 3 está representada a média e o desvio padrão de cor e o resultado da comparação entre marcas e o tempo para os braquetes em vinho.

A comparação entre os tempos dentro de cada marca mostrou as seguintes diferenças:

Orthometric®: em 21 dias a variação de cor foi maior do que em 24h.

Morelli®: 7 e 21 dias apresentaram maior variação do que 14 dias.

Trianeiro®: 14 e 21 dias apresentaram maior variação de cor do que 24h e 7 dias.

3M®: 21 dias apresentou maior variação do que os outros 3 tempos. 7 e 14 dias mostraram valores maiores do que 24 horas.

Eurodonto®: Não houve diferença significativa entre os tempos.

Ortho Technology®: 21 dias apresentou maior variação do que os outros 3 tempos. 14 dias mostrou valor maior do que 24 horas e 7 dias.

A comparação entre marcas em cada tempo apresentou o seguinte resultado:

Em 24h: Morelli® mostrou variação maior do que Orthometric®, Trianeiro®, 3M® e Ortho Technology®.

Em 7 dias: Morelli® foi maior do que Ortho Technology®.

Em 14 dias: Trianeiro® foi maior do que Orthometric®, Morelli®, 3M® e Eurodonto®.

Tabela 3 – Média e desvio padrão da variação de cor e resultado da comparação entre marcas e tempos para os braquetes em vinho.

Marca	24h		7 dias		14 dias		21 dias	
	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp
Orthometric	5,90 ^{aA}	2,00	10,06 ^{abAB}	1,82	9,11 ^{abA}	3,01	14,98 ^{bA}	2,82
Morelli	13,81 ^{abB}	1,09	15,95 ^{aB}	2,59	7,36 ^{bA}	0,60	19,29 ^{aAB}	2,35
Trianeiro	4,19 ^{aA}	2,48	10,04 ^{aAB}	4,27	21,14 ^{bB}	4,16	23,51 ^{bB}	6,41
3M	3,33 ^{aA}	1,40	11,70 ^{bAB}	2,62	11,67 ^{bA}	2,07	25,14 ^{cB}	3,20
Eurodonto	6,75 ^{aAB}	2,37	9,51 ^{aAB}	6,32	12,27 ^{aA}	6,07	14,23 ^{aA}	4,29
Ortho Technology	3,96 ^{aA}	0,88	5,64 ^{aA}	2,72	14,06 ^{bAB}	3,33	22,39 ^{cB}	5,97

Fonte: Análise estatística Prof. Lauris.

Tempos com mesma letra minúscula dentro de cada marca não possuem diferença estatisticamente significativa entre si

Marcas com mesma letra maiúscula dentro de cada tempo não possuem diferença estatisticamente significativa entre si

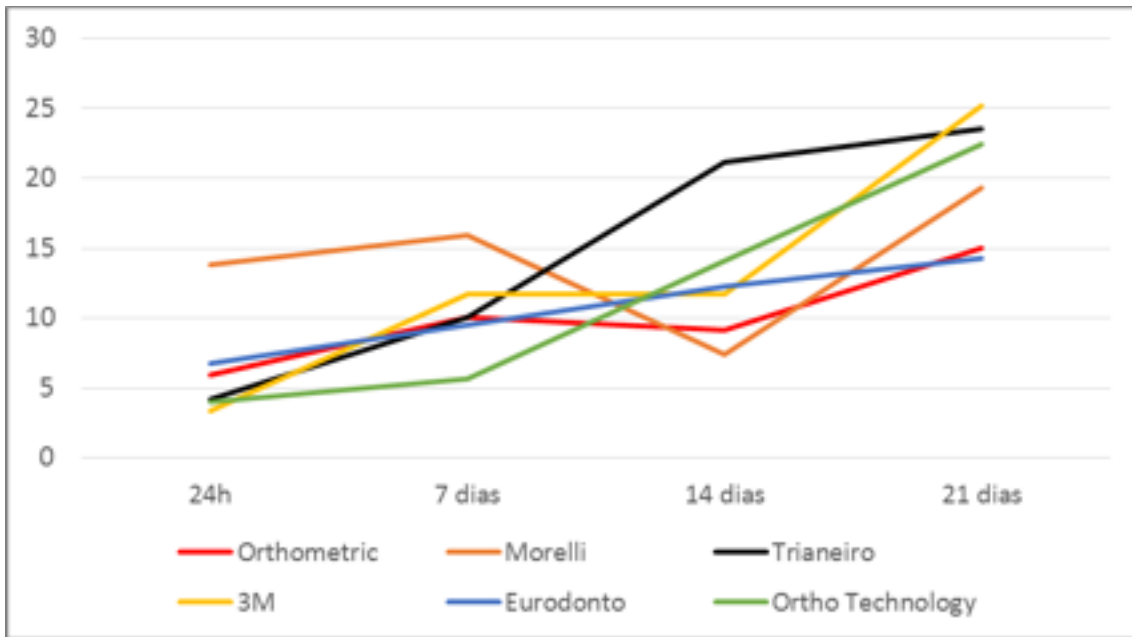


Gráfico 3 – Médias da variação de cor ao longo do tempo para os braquetes em vinho.

Fonte: Análise estatística Prof. Lauris

6- Discussão

Com a crescente busca pela estética, a indústria ortodôntica tem se preocupado em aproximar a cor dos braquetes estéticos com os dentes dos pacientes. A estabilidade da cor é um importante parâmetro para os braquetes estéticos.

No cotidiano, o manchamento dos braquetes estéticos tem se tornado um grande problema para os ortodontistas, visto que o paciente busca além da eficiência, a melhor estética ao longo de todo tratamento.

Os materiais odontológicos estéticos podem sofrer alterações de cor, causadas por fatores intrínsecos e extrínsecos. Sendo os intrínsecos aqueles que envolvem a própria descoloração do material, com alteração de sua matiz. E os extrínsecos absorção e adsorção de substâncias. Outros fatores que interferem também na instabilidade da cor podem ser: tamanho e forma do material, rugosidade da superfície, composição, acúmulo de placa e absorção de água.⁵²⁻⁵³

Grandes estudos *in vivo e in vitro*, vêm sendo realizados na tentativa de investigar a instabilidade de cor dos materiais dentários. Muitos destes estudos avaliam materiais após 24h e 72h nas soluções corantes. Nesta presente pesquisa a imersão em água purificada, café solúvel e vinho tinto, foi realizada por 21 dias, buscando, assim, além de avaliar o manchamento dos bráquetes, identificar a alteração de cor ou saturação no período de 21 dias, sobretudo em vista do tempo usualmente exigido pelo tratamento ortodôntico.⁵⁴

Portanto o objetivo do presente estudo, foi avaliar *in vitro* a instabilidade de cor dos braquetes monocristalinos, policristalinos e policarbonato, quando imersos em soluções potencialmente corantes por um período de 21 dias, já que nos estudos *in vivo* são difíceis de serem controlados e os resultados podem ser influenciados por diversos fatores, dificultando assim os resultados. Apesar dos estudos *in vitro* permitirem maior controle, possuem certas limitações, pois dificilmente poderão ser reproduzidas *in vitro* as condições naturais.

O primeiro passo realizado neste estudo, foi o manchamento dos bráquetes estéticos, através da imersão em água purificada, vinho tinto e café solúvel. Estas bebidas foram escolhidas por serem substâncias mais utilizadas em estudos sobre manchamento de braque-

tes estéticos. Além disso a escolha do café solúvel foi por ser uma bebida consumida em todo mundo, e o vinho tinto pela presença de álcool em sua composição o que segundo, pode provocar uma degradação da superfície e acelerar o manchamento do material.

46-47-49-50-51

A escolha por mensurar as variações de cor através análise computadorizada de fotografias digitais, se deve aos recentes avanços na fotografia e computação; que é um método confiável, que pode simplificar a metodologia e facilitar ainda mais as comparações. O processo de replicação de cor na odontologia clínica pode ser feito através de câmeras digitais, desde que combinadas com protocolos de calibração adequados. Com o sentido de garantir a fidelidade dos dados e evitar a inconsistência no processo de obtenção das fotos digitais, todos os registros fotográficos realizados neste estudo seguiram os padrões estabelecidos pela International Organization for Standardization.³⁸⁻⁵⁵⁻³⁷

Vale ressaltar que, a maioria das Câmeras digitais adquire imagens com base na combinação de vermelho, verde e azul, conhecido como o modelo de cor RGB. Sendo assim, neste estudo, uma vez obtidas as imagens através da câmera fotográfica digital, foi necessário a utilização do programa Adobe PhotoShop CC 2014, para cortar as imagens em áreas previamente determinadas e possibilitar a análise desta imagem utilizando a expressão numérica da cor no modelo CIE L*a*b*.³⁶

Pela exatidão dos resultados o sistema escolhido foi o CIE L*a*b*, e também pela possibilidade de expressar em unidades que podem ser relacionadas à percepção visual. Vale lembrar que a análise das fotografias digitais pode detectar cores imperceptíveis ao olho. Para as mensurações de diferença de cor tenham relevância clínica, é necessário determinar os limites abaixo dos quais a variação de cor não seria clinicamente perceptível, ou que seria perceptível e aceitável para o observador.¹⁹⁻²⁵

Em virtude da grande controvérsia, para avaliação do manchamento dos braquetes os valores de ΔE^* no modelo CIElab foram convertidos em unidades da National Bureau of Standard, através da fórmula (NBS unit= $\Delta E^* \cdot a^*b^* \times 0,92$). Este valor está de acordo com o limite aceitável utilizado em alguns estudos descritos pela literatura.³³

Os dados apresentados neste presente estudo indicaram que todos os braquetes imersos nas soluções potencialmente corantes apresentam alterações colorimétricas superiores a 3,3 unidades, ou seja, são alterações visíveis ao olho nú. A maior variação de cor aconteceu na marca Morelli® quando imerso em café solúvel, e os braquetes ABZIL/3M® quando imersos em vinho tinto. Vale lembrar que as alterações colorimétricas ocorreram em todas as marcas comerciais estudadas, cada uma com um comportamento cromático distinto.

7- Conclusão

Diante da metodologia utilizada para esta pesquisa e dentro das limitações de um estudo *in vitro*, conclui-se que:

Os braquetes Morelli®, apresentaram maior média de alteração de cor em relação aos demais.

O café solúvel e o vinho tinto apresentaram grande potencial de manchamento sendo que as maiores alterações de cor aconteceram no café solúvel no braquete Morelli®, e vinho tinto nos braquetes da Abzil/3M®.

O tempo de exposição dos braquetes frente às soluções potencialmente corantes influenciou diretamente no grau de alteração de cor desses acessórios.

Conclui-se então, com base nas condições experimentais presentes e nos resultados obtidos, que os braquetes estéticos não apresentaram comportamento cromático satisfatório. Vale ressaltar que clinicamente os resultados apresentados são relativamente diferentes haja visto que o presente estudo foi uma pesquisa *in vitro*.

Abstract

Staining of esthetic brackets

The growing demand for adult orthodontic treatment also increased interest in the use of more discreet and socially acceptable braces. Thus the advantages and disadvantages of aesthetic brackets have been discussed through research and testing in laboratories. Although the color of the brackets is the biggest advantage of these accessories in relation to metal brackets, this property is the least studied and most of the few articles that mention it are not based on scientific evidence. Therefore, the objective of this study was to evaluate, *in vitro*, the instability of color different types of polycarbonate brackets, polycrystalline and monocrystalline when immersed in different solutions potentially dyes (red wine and coffee) and purified water (control). The brackets were divided into three groups according to the solution that would be submerged (red wine, coffee and purified water). Each group had six brackets of each brand, totaling 108 brackets tested trademarks were Orthometric/Iceram, 3M Abzil/Trancend, Orthotechnology/Pure, Eurodonto/Zetta, Trianeiro and Morelli / Composite. The optical changes were recorded via digital images obtained under standardized conditions by the International Organization for Standardization. The photographic records were made T0 (brackets after 24 hours in purified water), T1 (brackets after 24 h in the dye solutions), T2, T3 and T4 (brackets after 7, 14 and 21 days in the dye solutions, respectively). These images were analyzed using Adobe Photoshop CS6 program, using the CIE L * a * b *. For statistical analysis, the only factor analysis of variance for independent data was used, Tukey's multiple comparison test, in addition to the "t" test for each experimental condition, adopting the significance level of 5%.

1. Orthodontic Braces 2. Pigmentation 3. Aesthetics 4. Digital Photography.

Referências

1. Newman GV, Snyder WH, Wilson CE Jr. Acrylic adhesive for bonding attachments to tooth surfaces. *Angle Orthod*, 1968; 38(1):12-18.

2. Dobrin RJ, Kamel IL, Musich DR. Load-deformation characteristics of polycarbonate orthodontic brackets. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, St Louis, 1975; 67(1):24-33.
3. Aird JC and Daring P. Fracture of polycarbonate edgewise brackets: a clinical and SEM study. British Journal of Orthodontics, 1987; 14(3):191-195.
4. Guan YH, Lath DL, Lilley TH, Willmont DR, Marlow I, Brook AH. The measurement of tooth whiteness by image analysis and spectrophotometry: a comparison. J Oral Rehabil, 2005; 32:7-15.
5. Feldner JC, Sarkar NK, Sheridan JJ, Lancaster DM 1994 In vitro torque-deformation characteristics of orthodontic polycarbonate brackets. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.
6. Olsen ME, Bishara SE, Jakobsen JR. Evaluation of the shear bond strength of different ceramic bracket base designs. Angle Orthod. Appleton, 1997; 67(3):179-82.
7. Fernandez L, Canut JA. *In vitro* comparison of the retention capacity of new aesthetic brackets. European Journal of orthopedics, St Louis, 1994; 106(3):265-72.
8. Sobreira CR, Lorigato LB, Oliveira DD. Braquetes Estéticos: Características e Comportamento clínico. Ver. Clín Ortodon. Dental Press, Maringá, 2007; 6(1):94-102.
9. Swartz ML. Ceramic brackets. J Clin Orthod, 1986; 22(2):82-88.
10. Maltagliati LA, Feres R, Figueiredo MA, Siqueira DF. Braquetes estéticos- considerações clínicas. Revista Clínica de Ortodontia Dental Press, Maringá, 2006; 5(3):89-95.
11. Ghafari J. Problems associated with ceramic brackets suggest limiting use to selected teeth. The Angle Orthodontics, Appleton, 1992; 62(2):145-52.
12. Bishara SE, Fher DE. Ceramic brackets. Something old, something new, a review. Seminars in Orthodontics, Orlando, 1997; 3(3):178-88.
13. Karamouzos A, Athanasiou AE, Papadopoulos MA. Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: a comprehensive review. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. St. Louis, 1997; 112(1):34-40.
14. Bishara, SE. Ceramic Brackets. A clinical Perspective World Journal of Orthodontics. Chicago, 2003; 4:61-66.
15. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerlet CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. J Dent Res, 2002 Aug; 81(8):578-82.
16. Saleski GG. Color, light, and shade matching. The Journal of Prosthetic dentistry, 1972; 27:263-68.
17. Ferreria RC. O Fenômeno da luz e da Cor. [Artigo de Internet], 2008 Maio <http://pegasus-portal.nom.br/percepção-visual/>.
18. Sproll RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. J Prosthet Dent, 2001 Nov; 86(5):453-57.
19. Burkinshaw SM. Colour in relation to dentistry. Fundamentals of colour Science. Br Dent J. V, 2010 Jan; 196(1):33-41; 196(1), discussion 29.

20. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res*, 1989; 68(12):1760-64.
21. Magalhães RCA. Sistema adesivo autocondicionante aplicado em esmalte bovino- estudo microscópico e colorimétrico, 2003, 129f. Dissertação (Mestrado em Odontologia- Ortodontia)- Rio de Janeiro: Universidade do Brasil- U.F.F.R.J., Faculdade de Odontologia.
22. Westland S. Review of the CIE System of colorimetry and its use in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, Chapel Hill, v. 15, n.s1, p.s5-s12. Volume 15, edição 51 Suplemento, páginas S5-S12, Dezembro 2003.
23. Seghi RR, Johnston Wm, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *Journal of Prosthetic Dentistry*. New York, 1986 Jul; 56(1): 35-40.
24. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent*. 2004;32 (suppl)1:3-12.
25. O'Brien WJ, Hemmendinger H, Boenkem, Linger JB, Groh Cl. Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dent Mater*, 1997 May; 13(3):179-85.
26. Luo Mr. Cui G. Rigg B. The development of the CIE 2000 colour difference formula. *Color Research and Application*, 2001; 26:340-350.
27. Pérez Mdel M, Saleh A, Yebra A, Pulgar R. Study of the variation between CIELAB ΔE^* and CIEDE 200 color-differences of resin composites. *Dent Mater*, 2007 Jan; 26(1): 21-8.
28. Lee Yk, Powers JM. Discoloration of dental resin composites after immersion in a series of organic and chemical solutions. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 2005 May; 73(2): 361-7.
29. Anfe TEA. Avaliação da possibilidade de remoção do manchamento de resinas compostas submetidas ao envelhecimento artificial através do repolimento [Dissertação de Mestrado]. São Paulo. Faculdade de Odontologia da USP; 2009.
30. Branco EP. Estudo comparativo da cor dental, *in vivo* entre clareamentos sem aceleração, acelerado por LED e por laser, com análise dos resultados imediatos e a longo prazo [Dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Faculdade de Odontologia; 2006.
31. Arakaki, Y. Influência de três iluminantes e da rugosidade superficial de dentes artificiais de resina composta na percepção da diferença de cor entre profissionais da odontologia [tese]. São Paulo: Faculdade de Odontologia 2010.
32. Dancy WKM, Yaman P, Dimeson J B, O'Brien W J, Razzoog M E. Color measurements as quality criteria for clinical shade matching of porcelain crowns. *J Esthet Rest Dent*, 2003; 15(2):114-121.
33. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res*, 1989; 68(5):819-22.
34. Türkun LS, Türkun M. Effect of bleaching and repolishing procedures on coffee and tea stain removal from three anterior composite veneering materials. *J Esthet Restor Dent*, 2004; 15(5):290-301.

35. Brewer JD, Wee A, Segui r. Advances in color matching Dent Clin North Am, 2004; 48(2): 341-58.
36. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instrumentals and systems. Review of clinical. And research aspects. J Dent. 2010; 30 Suppl 2 e 2-16. Epub 2010 Aug, 2010.
37. Wee AG, Lindsey DT, Kuo S, Johnston WM. Color accuracy of comercial digital câmeras for use in dentistry. Dent Mater, 2006 Jun; 22(6):553-59.
38. Luo W, Westland S, Brunton P, Ellwood R, Pretty IA, Mohan N. Comparison of the ability of diferente colour índices to asses color changes in tooth whiteness. J Dent, 2007; 35:109-16.
39. Matthews TG. A metod for shade selection(I). Quintessence Int, 1980; 11(2):101-105.
40. Melchiades FG, Boshi AO. Cores e tonalidades em revestimentos cerâmicos. Cerâmica industrial, 1999.
41. Ertas E, Guler AU, Yucel AC, Koprulu H, Guler E. Color Stability of resin composites after immersion in diferent drinks. Dent Mater, 2006; 25(2):371-76.
42. Guan Yh, Lath DL, Lilley TH, Willmot Dr, Marlow I. Brook AH. The measurement of tooth whiteness by image analysis and spectrophotometry: a comparison. J Oral Rehabil, 2005.
43. Britton JC, McInnes P, Weiberg R, Ledoux Wr, Retief DH. Shear Bond Strength of ceramic orthodontics brackets to enamel. American Journal of Orthodontics and Dento facial Orthopedics, St. Louis,1990; 98(4):348-53.
44. Bishara SE. Ceramic brackets and the need to develop national standar ds. AM. J. Orthod. Dentofc. Orthop, St. Louis, 2000 May, 117(5):595-97.
45. Lee, YK. Changes in reflected and transmitted color of esthetic brackets after termal cycling. AM. J. Orthod. Denthofac. Orthop. St. Louis, 2008 May; 133(5):361-67.
46. Wriedt, Schepke, Wehrbein H. The discoloring effects of food on the color stability of esthetic brackets an *in vitro* study. J. Orofac. Orthop. V. 68(4), p. 308-320, Jul, 2007.
47. Guignone BC. Avaliação *in vitro* da estabilidade de cor de braquetes cerâmicos imersos em soluções potencialmente corantes [Dissertação]. Belo Horizonte. Pontificia Universidade Católica de Minas Gerais, 2008.
48. Fabre AF. Avaliação espectrofotométrica das alterações cromáticas de bráquetes armazenados em soluções potencialmente corantes [Dissertação]. Araçatuba. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia, 2009.
49. Rykiss J. Digital Analysis of staining Properties of clear Aesthetic Brackets [Dissertação]. Winnipeg. University of Manitoba; 2011.
50. Lopes RK, Martins TE. Avaliação da influência de líquidos corantes na estabilidade da cor de braquetes estéticos cerâmicos [trabalho conclusão de curso]. São Paulo. Universidade Cidade de São Paulo, Curso de Especialização em Ortodontia; 2012.
51. Patel SB, Gordan VV, Barret AA, Shen C. The effec of surfasse finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. J Ragain Jr JC, Johnston WM. Mini-

- lum color differences for discriminating mismatch between composite and tooth color. *J Esthet Dent*, 2001; 13(1):41-48.
52. Jayme YY. Avaliação *in vitro* os feitos ópticos das soluções para bochechos clareadores em braquetes cerâmicos pigmentados [trabalho de conclusão de curso]. São Paulo. Instituto Vellini, Curso de Especialização em Ortodontia; 2013.
 53. Dietschi d, Campanele g, Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of nwe-generation composites: An *in vitro* study. *Dent Mater*, 1994; 10:353-62.
 54. Khokhar ZA, Razzoog ME, Yaman P. Color stability of restorative resins. *Quintessence Int*, 1991; 22(9):733-37.
 55. Faltermeier A, Behr M, Mubig D. Esthetic brackets. The influence of filler level on color stability. *Am J Orthod Dentofacial Orthope*, 2007; 1329(1).
 56. Lima FG, Rotta TA, Penso S, Meireles SS, Demarco FF. *In vitro* evaluation of the whitening effect of mouth rinses containing hydrogen peroxide. *Braz Oral Res*, 2012 May-Jun; 26(3):269-74.