



FACULDADE DE
MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Bernardo Guerra Mendonça de Melo Machado

**ALTERAÇÃO DE COR DA RESINA COMPOSTA
PROMOVIDA POR DIFERENTES CIMENTOS
BIOCERÂMICOS**

Dissertação de Investigação do Programa de Mestrado Integrado em Medicina Dentária apresentado à Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

**ARTIGO DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

Orientadora: Prof. Doutora Paula Cristina dos Santos Vaz
Coorientador: Prof. Doutor Lucas da Fonseca Roberti Garcia

Porto, 24 de Maio de 2019

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar por agradecer aos meus orientadores, Professora Paula Cristina dos Santos Vaz e Professor Lucas da Fonseca Roberti Garcia, pela paciência, dedicação e apoio incansável que transmitiram na elaboração desta dissertação de investigação. Um agradecimento especial também à Professora Cláudia Ângela Maziero Volpato por toda a ajuda no acompanhamento desta tese.

A todos os meus amigos e família que sempre me acompanharam, ajudaram e incentivaram a percorrer este caminho.

Ao Manuel por, quando lhe disse que o meu sonho era ser campeão nacional de bodyboard, me ter respondido que fora de série era ser campeão nacional e tirar um curso superior pela Universidade do Porto.

Aos meus irmãos, Pedro e Sofia, por serem os meus melhores amigos e a minha maior motivação.

Aos meus pais por terem sempre acreditado em mim e pelo apoio incondicional em todas as decisões que tomo. Sem vocês isto não seria possível.

À Ru por ser a melhor pessoa que conheço, por todo o amor, amizade e lealdade, e por me ter mostrado o caminho para que isto se tornasse possível e me ter ajudado a percorrê-lo sempre de forma equilibrada.

Por fim, dedico este trabalho de conclusão de curso ao meu avô que sempre me perguntava ao almoço “*quando é que me arrancas um dente?*”, e que infelizmente não conseguiu estar cá para testemunhar este momento.

INDÍCE

| | |
|----------------------------------|-----------|
| <i>AGRADECIMENTOS</i> | <i>II</i> |
| <i>RESUMO</i> | <i>3</i> |
| <i>ABSTRACT</i> | <i>4</i> |
| <i>INTRODUÇÃO</i> | <i>5</i> |
| <i>MATERIAIS E MÉTODOS</i> | <i>7</i> |
| Preparação das amostras..... | <i>7</i> |
| Análise de cor | <i>11</i> |
| Análise Estatística | <i>12</i> |
| <i>RESULTADOS</i> | <i>13</i> |
| <i>DISCUSSÃO</i> | <i>17</i> |
| <i>REFERÊNCIAS</i> | <i>21</i> |
| <i>ANEXO I</i> | <i>25</i> |
| <i>ANEXO II</i> | <i>27</i> |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela I - Composição dos cimentos avaliados no estudo..... | 9 |
| Tabela II - ANOVA 2 e critérios para as diferenças de cor (ΔE_{00}) dos grupos e tempos testados..... | 13 |
| Tabela III - Teste de comparações múltiplas para as diferenças de cor (ΔE_{00}) encontradas em relação aos tempos ($p=0.007$)..... | 14 |
| Tabela IV - ANOVA multivariada para as diferenças de luminosidade ($\Delta L'$), croma ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$) dos grupos e tempos testados. | 14 |
| Tabela V - Teste de comparações múltiplas para as diferenças de luminosidade ($\Delta L'$) encontradas em relação aos grupos ($p=0.027$) e tempos ($p<0.001$)..... | 15 |
| Tabela VI - Teste de comparações múltiplas para as diferenças de croma ($\Delta C'$) encontradas em relação aos grupos ($p<0.001$) e tempos ($p<0.001$). | 15 |
| Tabela VII - Teste de comparações múltiplas para as diferenças de matiz ($\Delta H'$) encontradas em relação aos grupos ($p<0.001$) e tempos ($p<0.001$). | 16 |

INDÍCE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Superfície de esmalte de cada disco, após polimento..... | 8 |
| Figura 2 - Esquema representativo de disco com as 3 camadas: Esmalte, Dentina e Resina Composta | 10 |

RESUMO

Introdução: Os cimentos biocerâmicos não devem, preferencialmente, interferir na estabilidade de cor dos substratos, em que ocorra contacto próximo, tal como pode suceder nas restaurações em resina composta.

Objetivo: Avaliar o efeito de diferentes cimentos (MTA Angelus®, MTA REPAIR HP®, NEO MTA Plus® e Biodentine®) na estabilidade da cor de uma restauração em resina composta realizada diretamente sobre os mesmos.

Materiais e Métodos: Foram confeccionados quarenta discos em esmalte/dentina bovinos e resina composta (3M ESPE® Dental Products, St. Paul, MN, EUA), com 1 mm cada camada, para aplicação dos seguintes cimentos (n=10): G1 - MTA Angelus®; G2 - MTA REPAIR HP®; G3 - NEO MTA Plus®; G4 - Biodentine®. A leitura inicial de cor da resina composta foi realizada com um dispositivo de medição intraoral e os parâmetros de cor foram registados através dos sistemas de cores L*a*b* estabelecido pela CIE.

Os dentes foram conservados em água destilada e mantidos numa estufa a 37°C durante o período de 30 dias e foram realizadas após 7, 15 e 30 dias, novas leituras de cor.

As diferenças de cor (ΔE_{00}), luminosidade ($\Delta L'$), croma ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$) foram calculadas.

Resultados: A diferença de cor (ΔE_{00}) apenas foi significativa após 7 dias. As alterações de luminosidade ($\Delta L'$), croma ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$) também foram significativas com o passar do tempo, sendo superiores após 30 dias. A maior diferença de luminosidade encontrada foi no MTA Repair HP®. Já a diferença mais relevante de croma, foi encontrada no grupo MTA Angelus®. O Biodentine® foi o cimento que apresentou maior diferença de matiz.

Conclusões: Os cimentos biocerâmicos testados promovem alteração de cor da resina composta.

Palavras-chave: Biodentine®; MTA Angelus®; NEO MTA Plus®; MTA HP®; Descoloração Dentária.

ABSTRACT

Introduction: Bioceramic cements should not interfere with the color stability of substrates, in which they are in close contact, such as in composite resin restorations.

Aim: To evaluate the effect of different cements (MTA Angelus®, MTA REPAIR HP®, NEO MTA Plus® and Biodentine®) on the color stability of a composite resin restoration.

Materials and Methods: Forty discs with bovine enamel/dentin and composite resin (3M ESPE® Dental Products, St. Paul, MN, EUA), 1 mm each layer, were prepared for application of the following cements (n = 10): G1 - MTA Angelus®; G2 - MTA REPAIR HP®; G3 - NEO MTA Plus®; G4 - Biodentine®. The initial color reading of the composite resin was performed with an intraoral measuring device and the color parameters were recorded through the color systems L*a*b* established by the CIE. The teeth were preserved in distilled water and kept in an oven at 37 °C, for the period of 30 days and new color readings were performed after 7, 15 and 30 days. The differences in color (ΔE_{00}), brightness ($\Delta L'$), chroma ($\Delta C'$) and hue ($\Delta H'$) were calculated.

Results: The color difference (ΔE_{00}) was only significant after 7 days. Changes in brightness ($\Delta L'$), chroma ($\Delta C'$) and hue ($\Delta H'$) were also significant over time, being larger after 30 days. The biggest difference in brightness was found in MTA Repair HP®. The largest difference in chroma was found in the MTA Angelus® group. Biodentine® presented the greatest difference in hue.

Conclusions: The bioceramic cements tested promote color change of the composite resin.

Keywords: Biodentine®; MTA Angelus®; Neo MTA Plus®; MTA HP®; Tooth Discoloration.

INTRODUÇÃO

Diversos procedimentos clínicos realizados em protocolos de endodontia, como apexogêneses, proteções pulpares, pulpotomias, cirurgias paraendodônticas, tratamento de reabsorções internas e selamento de perfurações de raiz e furca, exigem um cimento com uma capacidade de selamento periférico específico para obtenção de sucesso no seu respectivo tratamento. (1–3) Os cimentos biocerâmicos trouxeram uma melhoria significativa no prognóstico de muitos destes casos. (1–3)

Estes cimentos à base de agregados minerais, proporcionam uma barreira/selamento eficaz contra a migração de microrganismos e estimulam a cicatrização tecidual associado a um processo inflamatório de baixa intensidade. (4–6) Adicionalmente, possuem uma adequada biocompatibilidade, exibem uma neurotoxicidade e citotoxicidade insignificantes, bem como ação bactericida e fungicida. (5–7)

O precursor destes cimentos, o Agregado Trióxido Mineral (MTA®) foi desenvolvido em 1998, na Universidade de Loma Linda na Califórnia (EUA), como material de retrobturação e selamento de perfurações de raiz e furca. (8–10)

O MTA® é essencialmente composto por Óxidos minerais, sob a forma de finas partículas hidrofílicas, de cimento Portland, de Óxido de Bismuto (Bi_2O_3) e de Sulfato de Cálcio desidratado (CaSO_4). (11,12) O cimento Portland é, por sua vez, composto por Dióxido de Silício (SiO_2), Óxido de Cálcio (CaO), Óxido de Alumínio (Al_2O_3), Óxido de Magnésio (MgO) e Óxido de Ferro (Fe_2O_3). (11,12) Quando se adiciona água destilada, forma-se uma pasta de Silicato de Cálcio hidratada. (11,12)

Graças às suas excelentes qualidades biológicas e físico-químicas, a utilização do MTA® rapidamente se estendeu a outras aplicações clínicas. (13,14) No entanto, apesar do seu bom desempenho no selamento e biocompatibilidade, uma das características negativas do material prende-se com facto de ocorrer uma elevada incidência de alteração de cor nas estruturas dentárias. (13,14) Neste sentido, têm sido desenvolvidos novos cimentos, assim como versões melhoradas do MTA®, com o intuito de colmatar esta falha. (15,16)

Entre estes materiais podemos destacar o MTA HP Repair® (Angelus®, Brasil), o Neo MTA Plus® (Avalon®, EUA) e o Biodentine® (Septodont®, França).

O MTA REPAIR HP® (“*High Plasticity*”) consiste numa versão do MTA Angelus®, que segundo o fabricante, apresenta características de manipulação melhoradas, devido à adição de um agente plastificador na água destilada, e não promove a alteração de cor das estruturas dentárias, uma vez que o agente radiopacificador, da antiga versão (Bi_2O_3), foi substituído pelo Tungstato de Cálcio (CaWO_4). (17,18) Estudos anteriores relacionaram a alteração de cor provocada pelo MTA® com o seu agente radiopacificador, apesar destas afirmações serem controversas. (19,20)

Relativamente ao Neo MTA Plus®, o mesmo é considerado um material biocerâmico com elevada biocompatibilidade e bioatividade, com uma adequada radiopacidade, mas que, no entanto, apresenta um elevado tempo de endurecimento. (21,22)

O Biodentine®, por sua vez, é um cimento biocerâmico à base de Silicato Tricálcico, tendo sido descrito como um substituto bioativo da dentina. (23,24) Diversos estudos já demonstraram que o Biodentine® possui propriedades melhoradas em relação ao MTA®, como elevada resistência mecânica, menor tempo de endurecimento e menor solubilidade, aliadas à sua excelente biocompatibilidade e bioatividade. (23,24)

Atualmente, a estética desempenha um papel extremamente importante na medicina dentária, e a alteração de cor num único dente pode ter um impacto significativo na qualidade de vida de uma pessoa, pelo que esta deve ser valorizada. (25)

Por este motivo, os cimentos biocerâmicos não devem interferir na estabilidade de cor dos substratos, com os quais estão em íntimo contato, como a dentina e o esmalte, bem como nos materiais restauradores definitivos, como a resina composta e materiais cerâmicos. (25)

Deste modo, neste estudo visou-se avaliar o efeito de diferentes cimentos (MTA Angelus®, MTA REPAIR HP®, Neo MTA Plus® e Biodentine®) na estabilidade da cor de uma restauração em resina composta realizada diretamente sobre os cimentos biocerâmicos. A hipótese nula testada foi a de que os diferentes cimentos testados não promoveriam alteração de cor na resina composta.

MATERIAIS E MÉTODOS

Preparação das amostras

Neste estudo foram utilizados 40 dentes incisivos bovinos hígidos, que previamente à preparação das amostras, foram imersos numa solução de Cloramina-T a 0.5% durante 48 horas, e de seguida foram lavados em água corrente, com o intuito de realizar a sua desinfeção.

Foram produzidos, a partir da superfície da face vestibular dos dentes bovinos, 40 discos de esmalte/dentina com 10,0 mm de diâmetro, recorrendo a uma broca Trefina® (Neodent®, Curitiba, PR, Brasil) montada em contra-ângulo, sob abundante refrigeração com água.

Após a sua remoção, as camadas de esmalte e dentina que compunham os discos, foram inicialmente regularizadas com uma broca cilíndrica diamantada de granulação fina (Komet®, Savannah, GA, EUA), montada em peça de mão, também sob refrigeração com água. Posteriormente, as superfícies de esmalte e dentina foram polidas com lixas de água abrasivas (Norton®, São Paulo, SP, Brasil), com sequência decrescente de abrasão (#400, #600 e #1200) (Figura 1). Finalizado o polimento das amostras, a espessura das mesmas foi aferida com um paquímetro digital (Digimess®, Shinko Precision, Gaging, China), de modo a que as camadas de esmalte e dentina, de cada amostra, possuíssem 1,0 mm cada.



Figura 1 - Superfície de esmalte de cada disco, após polimento.

Finalizada esta etapa, foi preparada uma cavidade de 0,5 mm de profundidade no centro da superfície de dentina, utilizando-se uma broca esférica diamantada de 0,5 mm de diâmetro (KG Sorensen®, São Paulo, SP, Brasil) montada em turbina, sob refrigeração com água. As cavidades foram totalmente preenchidas com os cimentos a serem avaliados, estabelecendo-se os seguintes grupos experimentais (n=10): Grupo 1 - MTA Angelus® (grupo controle) (Angelus®, Londrina, PR, Brasil); Grupo 2 - MTA Repair HP® (Angelus®); Grupo 3 - Neo MTA Plus® (Avalon Biomed Inc.®, Bradenton, FL, EUA); e Grupo 4 - Biodentine® (Septodont®, Saint Maur Des Fossés, França). Estes cimentos foram manipulados de acordo com as recomendações do fabricante e a sua composição apresenta-se descrita na tabela I.

Tabela I - Composição dos cimentos avaliados no estudo.

| CIMENTO (FABRICANTE) | COMPOSIÇÃO |
|--|---|
| MTA ANGELUS® (Angelus®) | Pó: Silicato Tricálcico, Silicato Dicálcico, Aluminato Tricálcico, Óxido de Cálcio, Óxido de Bismuto, Óxido de Alumínio, Óxido de Silicene, Sulfato de Cálcio, Aluminoferrite Tetracálcica Líquido: Água Destilada |
| MTA REPAIR HP® (Angelus®) | Pó: Silicato Tricálcico, Silicato Dicálcico, Aluminato Tricálcico, Óxido de Cálcio, Tungstato de Cálcio Líquido: Água + Plastificador |
| Neo MTA Plus® (Avalon Biomed Inc.®) | Pó: Silicato Tricálcico, Silicato Dicálcico, Aluminato Tricálcico, Óxido de Tântalo, Sulfato de Cálcio e Gesso Líquido: Gel à base de água com agentes espessantes e polímeros solúveis em água |
| Biodentine® (Septodont®) | Pó: Silicato Tricálcico, Silicato Dicálcico, Óxido de Zircônio, Óxido de Cálcio, Carbonato de Cálcio, pigmento amarelo, pigmento vermelho, Óxido de Ferro Líquido: Cloreto de Cálcio dihidratado + Água Destilada |

Após o preenchimento das cavidades com os referidos cimentos biocerâmicos, foi construída uma camada de resina composta de 1,0 mm de espessura, sobre as mesmas, utilizando-se uma resina composta micro-híbrida Z250® (3M ESPE® Dental Products, St. Paul, MN, EUA). Previamente à colocação da resina composta, utilizou-se um sistema adesivo de dois passos com condicionamento ácido prévio (Adper Single Bond 2®, 3M ESPE® Dental Products, St. Paul, MN, EUA). A fotoativação do sistema adesivo e da resina composta foi realizada com um aparelho do tipo LED (FlashLite 1401®, Discus Dental®, Culver City, CA, USA - intensidade de luz ≥ 1100 mW/cm², comprimento de onda entre 460 e 480 nm), durante 20 segundos (Figura 2).

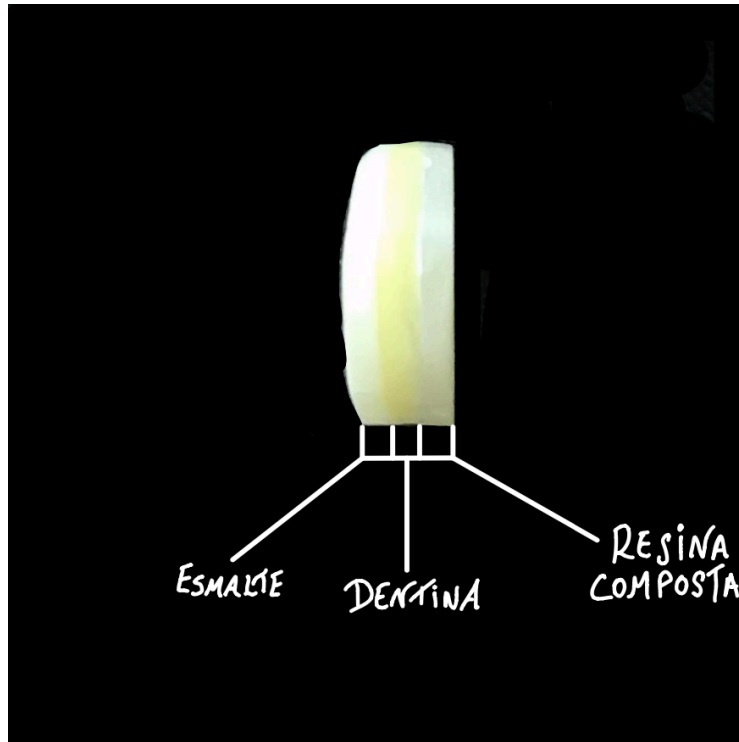


Figura 2 – Esquema representativo de disco com as 3 camadas: Esmalte, Dentina e Resina Composta.

Da mesma forma que foi realizado para as camadas de esmalte e dentina, assim, a camada de resina composta também foi polida com lixas de água abrasivas (Norton®), com uma sequência decrescente de abrasão (#400, #600 e #1200).

Finalizada a preparação das amostras, as mesmas foram conservadas em água destilada, numa estufa a 37 °C, durante o período do estudo.

Análise de cor

A leitura inicial de cor da resina composta foi realizada com um dispositivo de medição intraoral (Easysshade®, VITA® Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha), que possui um ponteiro digital capaz de fazer a leitura numérica das cores. As amostras foram secas e posicionadas sobre um fundo branco absoluto, e a leitura foi realizada no centro da superfície de resina composta de cada disco, por 3 vezes. Todas as leituras foram realizadas pelo mesmo operador.

Os parâmetros de cor foram registados através do sistema de cores L*a*b* estabelecido pela CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) em 1978. (26) Este sistema está relacionado com a percepção da cor pelos humanos, nas três dimensões ou direções do espaço de cor. (26,27) Segundo este sistema, as distâncias iguais nesse espaço representam valores igualmente percebidos (aproximadamente). (27) A coordenada L* é a variável de luminosidade, proporcional ao valor de Munsell; a* e b* são coordenadas de cromaticidade. (27) A coordenada a* indica a variação de cor que se encontra ao longo do eixo vermelho/verde e a coordenada b* indica a variação de cor que se encontra ao longo do eixo azul/amarelo. (27)

Após a leitura inicial de cor da resina composta (baseline), os dentes foram conservados em água destilada e mantidos numa estufa a 37°C durante o período de 30 dias, simulando as condições da cavidade oral. A cada sete dias, a água destilada foi substituída por uma nova solução. Foram realizadas novas leituras de cor após 7, 15 e 30 dias, de forma a efetuar a comparação com os valores obtidos na leitura inicial (baseline).

Na posse das coordenadas L*a*b*, as médias para cada coordenada foram calculadas, e as diferenças de cor (ΔE_{00}), entre os valores obtidos na leitura inicial (baseline) e os valores obtidos nas leituras seguintes, foram calculadas a partir da seguinte fórmula CIEDE2000:

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right) \right]^{1/2}$$

Onde:

ΔE_{00} = Diferenças de Cor;

$\Delta L'$ = Diferenças de Luminosidade;

$\Delta C'$ = Diferenças de Croma;

$\Delta H'$ = Diferenças de Matiz.

Os resultados das diferenças de cor (ΔE_{00}), luminosidade ($\Delta L'$), cromagem ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$) foram registados num documento Excel (Microsoft®, USA). Estes resultados apresentam-se no Anexo I.

Análise Estatística

As diferenças de cor (ΔE_{00}) foram analisadas através de ANOVA a dois critérios, enquanto as diferenças de luminosidade ($\Delta L'$), cromagem ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$) foram analisadas por ANOVA de medidas repetidas. As diferenças estatísticas encontradas foram comparadas pelo Teste de Tukey ($p < 0.05$).

RESULTADOS

As médias das condições logo após a inserção do cimento ($L^*=85.95$; $a^*=0.125$; $b^*=26.37$) foram utilizadas como medida de comparação com os tempos testados. Os resultados obtidos e as respectivas médias apresentam-se no Anexo II.

As diferenças de cor (ΔE_{00}) foram analisadas por ANOVA a dois critérios, correspondendo o 1º critério aos grupos e o 2º critério aos tempos (Tabela II), enquanto que as diferenças de luminosidade ($\Delta L'$), croma ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$) foram analisadas por ANOVA de medidas repetidas (Tabela IV).

As diferenças estatísticas encontradas foram então comparadas pelo Teste de Tukey ($p < 0.05$). Os resultados estatísticos encontram-se explanados nas tabelas abaixo:

Tabela II - ANOVA 2 e critérios para as diferenças de cor (ΔE_{00}) dos grupos e tempos testados.

| Fator de variação | SS | df | MS | F | P |
|-------------------|----------|-----|--------|--------|-------|
| Grupos | 4.4971 | 3 | 1.4990 | 1.5523 | 0.205 |
| Tempos | 14.9829 | 2 | 7.4915 | 7.7578 | 0.007 |
| Grupos x Tempo | 4.1259 | 6 | 0.6893 | 0.7138 | 0.639 |
| Erro | 104.2930 | 108 | 0.9657 | | |
| Total | 127.9090 | 119 | | | |

Ao longo do tempo observou-se um aumento nos valores de ΔE_{00} , tendo este sido estatisticamente significativo, em relação aos tempos testados de 7, 15 e 30 dias ($p=0.007$). Os grupos não apresentaram resultados estatisticamente significativos, nem a interação grupos *versus* tempos.

Assim, verificou-se que as alterações de cor apresentaram valores estatisticamente significativos, com o passar do tempo, isto é, o tempo testado pode alterar de forma significativa a cor da resina composta utilizada. No entanto, os cimentos biocerâmicos utilizados não alteraram a cor da resina composta de forma significativa. Também, a alteração de cor encontrada não dependeu da interação entre o cimento testado e o tempo.

Com o intuito de encontrar significância estatística utilizou-se o teste de comparação múltipla (ou de médias) de Tukey.

Tabela III - Teste de comparações múltiplas para as diferenças de cor (ΔE_{00}) encontradas em relação aos tempos ($p=0.007$).

| Tempos | Valores |
|---------|---------|
| 30 dias | 2.61 |
| 15 dias | 1.99 |
| 7 dias | 1.77 |

* a barra vertical demonstra significância estatística.

A barra vertical evidencia que após 15 e 30 dias, a cor tem um comportamento semelhante.

A diferença é encontrada no período de tempo de 7 dias.

Assim, verifica-se que a maior diferença de cor encontrada é de 2.61 (30 dias), porém, estatisticamente, ela é semelhante a 1.99 (15 dias).

Tabela IV - ANOVA multivariada para as diferenças de luminosidade ($\Delta L'$), croma ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$) dos grupos e tempos testados.

| | | $\Delta L'$ | | | | $\Delta C'$ | | | | $\Delta H'$ | | | |
|-------------------|-----|-------------|---------|---------|--------|-------------|---------|----------|--------|-------------|----------|----------|--------|
| Fator de Variação | df | SS | MS | F | P | SS | MS | F | P | SS | MS | F | P |
| Grupos | 3 | 57.7177 | 19.2392 | 3.16229 | 0.027 | 165.7750 | 55.2583 | 18.97513 | <0.001 | 31.1182 | 10.3774 | 14.52879 | <0.001 |
| Tempos | 2 | 132.3082 | 66.1541 | 10.8753 | <0.001 | 103.2594 | 51.6297 | 17.72910 | <0.001 | 20.6790 | 10.33949 | 14.8222 | <0.001 |
| Grupos x tempos | 6 | 8.0915 | 1.3486 | 0.2216 | 0.9690 | 5.1931 | 0.8655 | 0.29721 | 0.937 | 1.4139 | 0.23565 | 0.33006 | 0.919 |
| Erro | 108 | 657.0671 | 6.0840 | | | 314.5118 | 2.9121 | | | 77.1059 | 0.71394 | | |
| Total | 119 | 855.1844 | | | | 588.7393 | | | | 130.3170 | | | |

Ao longo do tempo, foi observado um aumento nos valores de luminosidade ($\Delta L'$), croma ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$), tendo este aumento sido estatisticamente significativo em relação aos tempos testados de 7, 15 e 30 dias e aos grupos (1, 2, 3 e 4). A interação grupos *versus* tempos não foi significativa.

Assim, verificou-se que as alterações de luminosidade ($\Delta L'$), croma ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$) obtidas foram significativas, com o passar do tempo, isto é, o tempo testado pode alterar de forma significativa a luminosidade ($\Delta L'$), croma ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$) da resina composta utilizada. Constatou-se ainda que os cimentos utilizados alteraram a luminosidade ($\Delta L'$), croma ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$) da resina composta de forma significativa. As alterações de luminosidade ($\Delta L'$), croma ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$) encontradas não dependeram da interação cimento testado versus tempo.

Tabela V - Teste de comparações múltiplas para as diferenças de luminosidade ($\Delta L'$) encontradas em relação aos grupos ($p=0.027$) e tempos ($p<0.001$).

| Grupos | Valores | Tempos | Valores |
|--------|---------|---------|---------|
| G2 | 2.22 | 30 dias | 2.66 |
| G4 | 1.42 | 15 dias | 0.59 |
| G3 | 0.59 | 07 dias | 0.31 |
| G1 | 0.52 | | |

* a barra vertical demonstra significância estatística

A barra vertical evidencia que nos grupos 1,3 e 4 a luminosidade apresentava um comportamento semelhante.

A diferença observa-se no grupo 2.

Assim, verifica-se que a maior diferença de luminosidade encontrada é de 2.22 (G2), sendo esta estatisticamente significativa.

Em relação aos tempos, a maior diferença de luminosidade encontrada é de 2.66 (30 dias).

Tabela VI - Teste de comparações múltiplas para as diferenças de croma ($\Delta C'$) encontradas em relação aos grupos ($p<0.001$) e tempos ($p<0.001$).

| Grupos | Valores | Tempos | Valores |
|--------|---------|---------|---------|
| G4 | 0.36 | 07 dias | 0.10 |
| G3 | -0.72 | 15 dias | -1.40 |
| G2 | -1.29 | 30 dias | -2.11 |
| G1 | -2.89 | | |

* a barra vertical demonstra significância estatística

A barra vertical revela que os grupos 3 e 4 apresentam comportamento semelhante, assim como os grupos 2 e 3.

A diferença observa-se no grupo 1, com uma diferença significativa (-2.89).

Em relação aos tempos, a maior diferença de croma encontrada é de -2.11 (30 dias), no entanto a mesma é estatisticamente semelhante a -1.40 (15 dias).

Tabela VII - Teste de comparações múltiplas para as diferenças de matiz ($\Delta H'$) encontradas em relação aos grupos ($p < 0.001$) e tempos ($p < 0.001$).

| Grupos | Valores | Tempos | Valores |
|--------|---------|---------|---------|
| G2 | 0.61 | 15 dias | 0.40 |
| G1 | 0.40 | 07 dias | 0.27 |
| G3 | -0.11 | 30 dias | -0.53 |
| G4 | -0.70 | | |

* a barra vertical demonstra significância estatística

A barra vertical mostra que nos grupos 1,2 e 3 o matiz apresenta um comportamento semelhante. A diferença verifica-se no grupo 4.

Desta forma, observa-se que a maior diferença de matiz encontrada é de -0.70 (G4), sendo esta estatisticamente significativa.

Em relação aos tempos, a maior diferença de matiz encontrada é de -0.53 (30 dias). A diferença de matiz encontrada aos 7 e 15 dias é estatisticamente semelhante (0.27 e 0.40).

DISCUSSÃO

Muitos estudos têm demonstrado uma semelhança entre o esmalte humano e o bovino, na sua composição, morfologia e propriedades físicas. (28) Da mesma forma, o diâmetro e o número de túbulos dentinários por mm² têm sido descritos como similares, para molares humanos e incisivos bovinos. (28) Deste modo, os dentes bovinos têm sido muito utilizados em diversos estudos para avaliação das propriedades do esmalte e dentina humanos. Motivo pelo qual, também neste estudo *in vitro*, se utilizaram este tipo de dentes, onde se avaliou o efeito de diferentes cimentos biocerâmicos (MTA Angelus®, MTA REPAIR HP®, Neo MTA Plus® e Biodentine®) na estabilidade da cor de uma restauração em resina composta (Z250®, 3M ESPE® Dental Products, St. Paul, MN, EUA), realizada diretamente sobre os mesmos. (12,28)

A alteração de cor do dente após um procedimento endodôntico tem sido descrita como uma consequência indesejável, que inclusivamente afeta a qualidade de vida, principalmente quando se trata de dentes anteriores. (29) O tratamento, o planeamento e a seleção do material devem basear-se no conhecimento adequado dos potenciais fatores etiológicos dessa alteração de cor, bem como nos mecanismos subjacentes, para alcançar o sucesso da terapia endodôntica quanto aos aspetos biológicos, funcionais e estéticos. (30)

Os espectrofotômetros são dispositivos altamente sensíveis, que podem determinar mudanças minuciosas de cor, que muitas vezes não são clinicamente detetáveis. (31) O espectrofotómetro digital Vita Easyshade® (VITA® Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha) foi o dispositivo utilizado neste estudo para avaliar as alterações de cor da resina composta. (32)

O MTA® é composto por Óxido de Bismuto (Bi₂O₃), sendo este último o agente radiopacificador do mesmo. (33,34) Estudos anteriores mostram que o MTA® pode condicionar uma alteração da cor do dente, confirmando ambas as hipóteses: a) o Bismuto muda da sua forma de Óxido para metal, por redução, resultando num composto preto e conseqüente alteração da cor do dente ou b) sofrendo oxidação, quando em contato com um agente oxidante potente (nomeadamente Hipoclorito de Sódio e aminoácidos da matriz de colagénio da dentina), e conseqüente produção de Carbonato de Bismuto, que resulta num precipitado preto, quando exposto à luz. (35–37)

Valles M *et al.* (2013), conduziram um estudo *in vitro* que avaliou a estabilidade de cor de cinco cimentos à base de Silicato de Cálcio, sob influência de luz e Oxigênio, e verificaram que a combinação de luz e condições de anaerobiose, resultava em diferenças significativas na cor do MTA Angelus®. (38)

Foi documentado que o Hipoclorito de Sódio (NaOCl), utilizado rotineiramente na endodontia, para a irrigação dos canais radiculares, tem um impacto muito significativo na pigmentação causada por cimentos à base de Silicato de Cálcio. (39,40) Foi demonstrado que os resíduos de NaOCl podem penetrar na dentina até uma profundidade de 77–300 mm, e que a sua remoção dos canais radiculares é bastante difícil. (39,40) Quando os canais radiculares foram irrigados com NaOCl, seguidos por água destilada, observou-se uma alteração de cor da coroa do dente. No entanto, esse efeito foi menos exuberante do que a alteração de cor observada quando apenas foi utilizado o NaOCl. (39,40)

Quando o NaOCl entra em contato com o Óxido de Bismuto e outros Óxidos de metais pesados, forma-se um precipitado preto. (35,37,39,40)

Uma das principais diferenças entre o MTA REPAIR HP® e o MTA® convencional é a adição de um plástico orgânico à água destilada, aumentando a plasticidade do cimento, facilitando assim a sua manipulação e inserção nas áreas de perfurações e cavidades retrobturadoras. (17,19) Outra diferença significativa entre estes cimentos é a alteração do agente radiopacificador de Óxido de Bismuto para o Tungstato de Cálcio, justificando-se esta alteração pela quantidade de estudos prévios que comprovaram a relação do Óxido de Bismuto com a alteração de cor dentária. (17,21,41)

Também o Neo MTA Plus® substitui o Óxido de Bismuto, neste caso, por Óxido de Tântalo, para não promover uma alteração de cor do dente. (42) De notar que este cimento também possui a capacidade de formar Hidróxido de Cálcio, responsável pela indução da remineralização. (19,21,22)

O Biodentine® apresenta como agente radiopacificador, o Óxido de Zircónia, que é biocompatível e bioinerte, com propriedades mecânicas favoráveis e resistência à corrosão. (21,41,43) Contrariamente ao MTA® convencional, o Biodentine® está recomendado para restaurações temporárias (dados fornecidos pelo fabricante) sendo que, no entanto, este cimento é inadequado para permanecer na cavidade oral por um período de tempo superior a 6 meses, devido à sua suscetibilidade à abrasão. (44) Apresenta também um tempo de endurecimento inferior ao MTA®. (23,43)

Num estudo de Kang *et al.* (2015), o MTA Angelus® provocou alterações significativas na cor do dente após 8, 12 e 16 semanas, em comparação com o grupo controlo. (45)

Marconyak *et al.* (2016), verificaram que o Biodentine® não promoveu uma alteração de cor significativa após 60 dias da sua aplicação, em comparação com o grupo controlo. (16) O MTA Angelus®, por sua vez, não apresentou alteração de cor significativa dos dentes nos primeiros 7 dias após a sua aplicação, mas houve uma alteração significativa da cor após 60 dias. (16)

Ramos *et al.* (2016), demonstraram que o Biodentine® apresentava um grande potencial para promover alteração de cor dos dentes após 1 ano. Estes autores também sugeriram que a descoloração do Biodentine® poderia ocorrer no período entre 6 meses e 1 ano, mas, no entanto, outros autores mostraram que o Biodentine® não provocava descoloração significativa. (16,37,46–51)

Dettwiler *et al.* (2016), observaram uma alteração significativa de cor, ao aplicar cimentos que continham Óxido de Bismuto, mas não houve alteração ao aplicar materiais que continham Óxido de Zircônia. Neste estudo, um fator importante, poderá ter sido a exposição das amostras à luz solar indireta. (50)

Uma das limitações da discussão do presente estudo é o facto de não terem sido encontrados estudos que avaliassem a alteração de cor promovida pelos cimentos biocerâmicos na resina composta. Apenas existem artigos científicos de estudos que avaliam a influencia dos mesmos na alteração de cor do esmalte e dentina.

Em relação às diferenças de cor (ΔE_{00}) encontradas neste estudo, estas foram significativas com o passar do tempo, ou seja, o tempo de contato com os cimentos testados pode alterar de forma significativa a cor da resina composta utilizada. No entanto, a diferença de cor apenas foi significativa logo após 7 dias, sendo que após 15 e 30 dias, a cor apresentava um comportamento semelhante.

Em relação às alterações de luminosidade ($\Delta L'$), croma ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$) encontradas, estas também foram significativas com o passar do tempo. A maior diferença de luminosidade encontrada referiu-se ao grupo II - MTA Repair HP®. Em relação aos tempos testados a maior diferença de luminosidade encontrada ocorreu aos 30 dias. Já a maior diferença de croma encontrada foi no grupo I - MTA Angelus®. Em relação aos tempos testados, a maior diferença de croma encontrada ocorreu aos 30 dias, porém esta foi estatisticamente semelhante aos 15 dias. O Biodentine® (grupo IV) apresentou a maior diferença de matiz, sendo a maior aos 30 dias.

Com base nos resultados deste estudo verificou-se que os cimentos biocerâmicos testados, MTA Angelus®, MTA REPAIR HP®, NEO MTA Plus® e Biodentine®; provocam uma alteração de cor na resina composta.

REFERÊNCIAS

1. FORD TRP, TORABINEJAD M, ABEDI HR, BAKLAND LK, KARIYAWASAM SP. Using Mineral Trioxide Aggregate As a Pulp-Capping Material. *J Am Dent Assoc.* 1996;127(10):1491–4.
2. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 1999;25(3):197–205.
3. Arens DE, Torabinejad M. Repair of furcal perforations with mineral trioxide aggregate Two case reports. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996;82(1):84–8.
4. B K, D L, J L, Vital IM. Vital pulp therapy with mineral trioxide aggregate. *Dent Traumatol.* 2005;240–3.
5. Camilleri J, Formosa L, Damidot D. The setting characteristics of MTA Plus in different environmental conditions. *Int Endod J.* 2013;46(9):831–40.
6. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review-Part III: Clinical Applications, Drawbacks, and Mechanism of Action. *J Endod.* 2010;36(3):400–13.
7. Nowicka A, Wilk G, Lipski M, Kołdecki J, Buczkowska-Radlińska J. Tomographic Evaluation of Reparative Dentin Formation after Direct Pulp Capping with Ca(OH)₂, MTA, Biodentine, and Dentin Bonding System in Human Teeth. *J Endod.* 2015;41(8):1234–40.
8. Asgary S, Parirokh M, Eghbal MJ, Brink F. Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2005;31(2):101–3.
9. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod.* 2010;36(1):16–27.
10. Smith KL, Wiley J. United States Patent (19 FIG-2. 1994;(19).
11. Camilleri J, Pitt Ford TR. Mineral trioxide aggregate: A review of the constituents and biological properties of the material. *Int Endod J.* 2006;39(10):747–54.
12. Garcia L da FR, Aguilar FG, Rossetto HL, Sabino MG, Pires-de-Souza F de CP. Staining susceptibility of new calcium aluminate cement (EndoBinder) in teeth: A 1-year in vitro study. *Dent Traumatol.* 2013;29(5):383–8.
13. Palma P, Marques J, Falacho R, Correia E, Vinagre A, Santos J, et al. Six-Month Color Stability Assessment of Two Calcium Silicate-Based Cements Used in Regenerative

- Endodontic Procedures. *J Funct Biomater*. 2019;10(1):14.
14. Enan ET, Yousef EA. Discoloration of MTA Filled Teeth With and Without Dentine Bonding Agent. *Ann Int Med Dent Res*. 2018;4(3):34–7.
 15. Mozyńska J, Metlerski M, Lipski M, Nowicka A. Tooth Discoloration Induced by Different Calcium Silicate–based Cements: A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod*. 2017;43(10):1593–601.
 16. Marconyak LJ, Kirkpatrick TC, Roberts HW, Roberts MD, Aparicio A, Himel VT, et al. A comparison of coronal tooth discoloration elicited by various endodontic reparative materials. *J Endod*. 2016;42(3):470–3.
 17. Galarça AD, Da Rosa WL de O, Da Silva TM, da Silveira Lima G, Carreño NLV, Pereira TM, et al. Physical and Biological Properties of a High-Plasticity Tricalcium Silicate Cement. *Biomed Res Int*. 2018;2018:1–6.
 18. Ferreira CMA, Sassone LM, Gonçalves AS, de Carvalho JJ, Tomás-Catalá CJ, García-Bernal D, et al. Physicochemical, cytotoxicity and in vivo biocompatibility of a high-plasticity calcium-silicate based material. *Sci Rep*. 2019;9(1):1–11.
 19. Tomás-Catalá CJ, Collado-González M, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Forner L, Llena C, et al. Comparative analysis of the biological effects of the endodontic bioactive cements MTA-Angelus, MTA Repair HP and NeoMTA Plus on human dental pulp stem cells. *Int Endod J*. 2017;50(April):e63–72.
 20. Jiménez-Sánchez M del C, Segura-Egea JJ, Díaz-Cuenca A. Higher hydration performance and bioactive response of the new endodontic bioactive cement MTA HP repair compared with ProRoot MTA white and NeoMTA plus. *J Biomed Mater Res - Part B Appl Biomater*. 2019;1–12.
 21. Tomás-Catalá CJ, Collado-González M, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Forner L, Llena C, et al. Biocompatibility of New Pulp-capping Materials NeoMTA Plus, MTA Repair HP, and Biodentine on Human Dental Pulp Stem Cells. *J Endod*. 2018;44(1):126–32.
 22. Siboni F, Taddei P, Prati C, Gandolfi MG. Properties of NeoMTA plus and MTA plus cements for endodontics. *Int Endod J*. 2017;50(Special Issue 2):e83–94.
 23. Kaur M, Singh H, Dhillon JS, Batra M, Saini M. MTA versus biodentine: Review of literature with a comparative analysis. *J Clin Diagnostic Res*. 2017;11(8):ZG01–5.
 24. Malkondu Ö, M KKKE, M K. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *Biomed Res Int*. 2014;2014.
 25. Dugas NN, Lawrence HP, Teplitsky P, Friedman S. Quality of life and satisfaction

- outcomes of endodontic treatment. *J Endod.* 2002;28(12):819–27.
26. Luo MR, Cui G, Rigg B. The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000. *Color Res Appl.* 2001;26(5):340–50.
 27. Gómez-Polo C, Muñoz MP, Lorenzo Luengo MC, Vicente P, Galindo P, Martín Casado AM. Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas. *J Prosthet Dent.* 2016;115(1):65–70.
 28. Schmalz G, Hiller KA, Nunez LJ, Stoll J, Weis K. Permeability characteristics of bovine and human dentin under different pretreatment conditions. *J Endod.* 2001;27(1):23–30.
 29. Kahler B, Rossi-Fedele G. A review of tooth discoloration after regenerative endodontic therapy. *J Endod.* 2016;42(4):563–9.
 30. Lenherr P, Allgayer N, Weiger R, Filippi A, Attin T, Krastl G. Tooth discoloration induced by endodontic materials: A laboratory study. *Int Endod J.* 2012;45(10):942–9.
 31. Cal E, Güneri P, Kose T. Comparison of digital and spectrophotometric measurements of colour shade guides. *J Oral Rehabil.* 2006;33(3):221–8.
 32. Ajeti N, Pustina-Krasniqi T, Kelmendi T, Murtezani A, Vula V, Bicaj T. Evaluation of Teeth Discoloration Induced by Endomethasone, AH+, Canason and Apexit Paste. *Open J Stomatol.* 2014;04(12):507–17.
 33. Camilleri J, Montesin FE, Brady K, Sweeney R, Curtis R V., Ford TRP. The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dent Mater.* 2005;21(4):297–303.
 34. Torabinejad M, Parirokh M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review-Part II: Leakage and Biocompatibility Investigations. *J Endod.* 2010;36(2):190–202.
 35. Camilleri J. Color stability of white mineral trioxide aggregate in contact with hypochlorite solution. *J Endod.* 2014;40(3):436–40.
 36. Marciano MA, Costa RM, Camilleri J, Mondelli RFL, Guimarães BM, Duarte MAH. Assessment of color stability of white mineral trioxide aggregate angelus and bismuth oxide in contact with tooth structure. *J Endod.* 2014;40(8):1235–40.
 37. Marciano MA, Duarte MAH, Camilleri J. Dental discoloration caused by bismuth oxide in MTA in the presence of sodium hypochlorite. *Clin Oral Investig.* 2015;19(9):2201–9.
 38. Vallés M, Mercadé M, Duran-Sindreu F, Bourdelande JL, Roig M. Influence of light and oxygen on the color stability of five calcium silicate-based materials. *J Endod.* 2013;39(4):525–8.
 39. Keskin C, Demiryurek EO, Ozyurek T. Color stabilities of calcium silicate-based materials in contact with different irrigation solutions. *J Endod.* 2015;41(3):409–11.

40. Voveraityte V, Gleizniene S, Lodiene G, Grabliauskiene Z, Machiulskiene V. Spectrophotometric analysis of tooth discolouration induced by mineral trioxide aggregate after final irrigation with sodium hypochlorite: An in vitro study. *Aust Endod J.* 2017;43(1):11–5.
41. Możyńska J, Metlerski M, Lipski M, Nowicka A. Tooth Discoloration Induced by Different Calcium Silicate-based Cements: A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod.* 2017;43(10):1593–601.
42. Camilleri J. Staining Potential of Neo MTA Plus, MTA Plus, and Biodentine Used for Pulpotomy Procedures. *J Endod.* 2015;41(7):1139–45.
43. Malkondu Ö, Kazandağ MK, Kazazoğlu E. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *Biomed Res Int.* 2014;2014.
44. Koubi G, Colon P, Franquin JC, Hartmann A, Richard G, Faure MO, et al. Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, Biodentine, in the restoration of posterior teeth - a prospective study. *Clin Oral Investig.* 2013;17(1):243–9.
45. Kang SH, Shin YS, Lee HS, Kim SO, Shin Y, Jung IY, et al. Color Changes of Teeth after Treatment with Various Mineral Trioxide Aggregate-based Materials: An Ex Vivo Study. *J Endod.* 2015;41(5):737–41.
46. Ramos JC, Palma PJ, Nascimento R, Caramelo F, Messias A, Vinagre A, et al. 1-year In Vitro Evaluation of Tooth Discoloration Induced by 2 Calcium Silicate-based Cements. *J Endod.* 2016;42(9):1403–7.
47. Beatty H, Svec T. Quantifying Coronal Tooth Discoloration Caused by Biodentine and EndoSequence Root Repair Material. *J Endod.* 2015;41(12):2036–9.
48. Shokouhinejad N, Nekoofar MH, Pirmoazen S, Shamshiri AR, Dummer PMH. Evaluation and Comparison of Occurrence of Tooth Discoloration after the Application of Various Calcium Silicate-based Cements: An Ex Vivo Study. *J Endod.* 2016;42(1):140–4.
49. Kohli MR, Yamaguchi M, Setzer FC, Karabucak B. Spectrophotometric analysis of coronal tooth discoloration induced by various bioceramic cements and other endodontic materials. *J Endod.* 2015;41(11):1862–6.
50. Dettwiler CA, Walter M, Zaugg LK, Lenherr P, Weiger R, Krastl G. In vitro assessment of the tooth staining potential of endodontic materials in a bovine tooth model. *Dent Traumatol.* 2016;32(6):480–7.
51. Vallés M, Roig M, Duran-Sindreu F, Martínez S, Mercadé M. Color Stability of Teeth Restored with Biodentine: A 6-month in Vitro Study. *J Endod.* 2015;41(7):1157–60.

ANEXO I

Tabela VIII: Coordenadas L*a*b* obtidas para os tempos testados (Grupo 1).

| | Logo após medicamento | | | 7 dias | | | 15 dias | | | 30 dias | | |
|---------------|-----------------------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|
| | L* | a* | b* | L* | a* | b* | L* | a* | b* | L* | a* | b* |
| 1 | 89.50 | -1.13 | 24.93 | 83.43 | -1.46 | 22.93 | 86.50 | -1.23 | 23.70 | 87.73 | -1.06 | 20.60 |
| 2 | 83.63 | 0.80 | 24.36 | 83.60 | 0.26 | 24.76 | 83.63 | -0.56 | 23.66 | 86.43 | 0.33 | 21.40 |
| 3 | 88.26 | -0.50 | 25.86 | 87.26 | -0.40 | 25.63 | 89.43 | -0.60 | 25.50 | 84.93 | 0.23 | 20.60 |
| 4 | 86.96 | 0.10 | 24.60 | 85.66 | 0.40 | 25.53 | 85.56 | -0.20 | 23.03 | 88.83 | 0.66 | 22.10 |
| 5 | 81.56 | 0.10 | 23.63 | 81.66 | -0.53 | 25.53 | 82.56 | -0.23 | 22.06 | 84.66 | 0.66 | 21.06 |
| 6 | 87.40 | 0.40 | 25.36 | 86.83 | -0.46 | 23.83 | 86.40 | -0.36 | 22.96 | 88.93 | 1.26 | 24.00 |
| 7 | 85.73 | 0.26 | 24.46 | 86.10 | -0.36 | 23.90 | 86.56 | -0.30 | 23.00 | 88.43 | 0.66 | 23.16 |
| 8 | 88.83 | -0.46 | 25.46 | 87.03 | -0.66 | 25.36 | 88.63 | -0.20 | 24.36 | 88.03 | 0.70 | 23.16 |
| 9 | 90.10 | -1.56 | 23.26 | 90.20 | -1.16 | 24.36 | 89.66 | -1.66 | 21.96 | 92.13 | 0.10 | 22.36 |
| 10 | 84.23 | 0.06 | 24.43 | 83.26 | -0.33 | 25.60 | 83.60 | -0.20 | 24.01 | 86.50 | 0.10 | 23.83 |
| <u>Mé dia</u> | 86.62 | -0.19 | 24.63 | 85.50 | -0.47 | 24.74 | 86.25 | -0.55 | 23.42 | 87.66 | 0.36 | 22.2 |

Tabela IX: Coordenadas L*a*b* obtidas para os tempos testados (Grupo 2).

| | Logo após medicamento | | | 7 dias | | | 15 dias | | | 30 dias | | |
|---------------|-----------------------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|
| | L* | a* | b* | L* | a* | b* | L* | a* | b* | L* | a* | b* |
| 1 | 85.13 | 0.66 | 25.26 | 84.10 | 0.40 | 25.00 | 85.80 | 0.40 | 24.13 | 88.16 | 0.90 | 22.96 |
| 2 | 83.00 | -0.76 | 23.10 | 85.53 | -0.80 | 24.86 | 88.10 | -4.13 | 23.46 | 90.36 | 0.03 | 24.13 |
| 3 | 81.86 | 0.70 | 24.50 | 86.86 | -0.16 | 25.20 | 86.46 | -0.33 | 23.96 | 87.63 | 0.80 | 21.86 |
| 4 | 84.03 | -1.03 | 23.43 | 85.93 | -0.63 | 27.76 | 84.30 | -0.76 | 21.86 | 89.56 | -0.40 | 24.13 |
| 5 | 89.36 | -1.16 | 30.00 | 89.60 | -1.56 | 28.60 | 89.01 | -0.90 | 27.50 | 87.90 | -0.50 | 23.93 |
| 6 | 88.23 | -0.13 | 24.63 | 89.00 | -0.40 | 24.73 | 90.13 | -0.30 | 23.86 | 93.50 | 0.40 | 23.10 |
| 7 | 87.00 | -1.73 | 24.33 | 84.20 | -1.30 | 25.16 | 82.60 | -0.43 | 24.06 | 88.66 | -0.56 | 23.00 |
| 8 | 88.20 | 0.56 | 27.86 | 88.20 | 0.56 | 27.86 | 87.60 | 0.30 | 25.33 | 89.26 | 0.80 | 24.56 |
| 9 | 89.50 | -0.63 | 27.86 | 89.50 | -0.63 | 27.86 | 87.66 | -0.56 | 25.43 | 89.53 | 0.03 | 25.23 |
| 10 | 86.80 | -1.50 | 27.56 | 88.63 | -1.63 | 27.26 | 92.90 | -0.13 | 28.83 | 94.60 | -1.10 | 25.93 |
| <u>Mé dia</u> | 86.31 | -0.50 | 25.85 | 87.16 | -0.62 | 26.43 | 87.46 | -0.68 | 24.84 | 89.92 | 0,04 | 23.88 |

Tabela X: Coordenadas L*a*b* obtidas para os tempos testados (Grupo 3).

| | Logo após medicamento | | | 7 dias | | | 15 dias | | | 30 dias | | |
|-------|-----------------------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|------|-------|
| | L* | a* | b* | L* | a* | b* | L* | a* | b* | L* | a* | b* |
| 1 | 85.40 | 0.03 | 25.20 | 77.93 | 0.43 | 25.53 | 84.83 | 0.30 | 25.46 | 85.36 | 0.96 | 25.63 |
| 2 | 87.90 | 0.46 | 27.00 | 87.03 | 0.13 | 24.83 | 89.86 | -0.20 | 25.46 | 92.33 | 0.76 | 26.43 |
| 3 | 83.56 | 1.50 | 27.10 | 85.23 | 0.06 | 25.80 | 87.33 | 0.76 | 25.83 | 87.63 | 1.46 | 24.66 |
| 4 | 80.43 | 0.96 | 25.13 | 80.43 | 0.96 | 25.13 | 79.46 | -1.06 | 21.03 | 82.36 | 0.10 | 22.46 |
| 5 | 85.76 | -0.33 | 26.90 | 86.33 | -0.50 | 26.53 | 85.20 | -1.26 | 24.26 | 86.86 | 0.13 | 24.76 |
| 6 | 87.40 | 0.26 | 30.36 | 87.40 | 0.26 | 30.36 | 87.23 | -0.86 | 28.43 | 87.90 | 0.70 | 27.53 |
| 7 | 83.66 | 0.26 | 26.56 | 85.83 | -0.93 | 26.53 | 86.73 | -0.76 | 25.06 | 87.83 | 0.30 | 24.93 |
| 8 | 85.76 | 0.86 | 27.33 | 82.30 | 0.93 | 26.36 | 86.20 | 0.66 | 25.20 | 88.93 | 1.03 | 24.50 |
| 9 | 87.03 | 0.06 | 28.00 | 88.73 | -0.26 | 28.26 | 87.86 | -0.63 | 25.76 | 91.80 | 0.16 | 25.73 |
| 10 | 84.23 | 1.20 | 27.03 | 86.53 | 0.56 | 26.90 | 86.06 | 0.93 | 25.33 | 87.00 | 1.53 | 24.40 |
| Média | 85.11 | 0.53 | 27.06 | 84.77 | 0.16 | 26.62 | 86.08 | -0.21 | 25.18 | 87.80 | 0.71 | 25.10 |

Tabela XI: Coordenadas L*a*b* obtidas para os tempos testados (Grupo 4).

| | Logo após medicamento | | | 7 dias | | | 15 dias | | | 30 dias | | |
|-------|-----------------------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|------|-------|
| | L* | a* | b* | L* | a* | b* | L* | a* | b* | L* | a* | b* |
| 1 | 82.43 | -0.03 | 27.56 | 83.33 | -0.20 | 27.93 | 87.03 | 0.73 | 28.63 | 85.83 | 0.80 | 26.00 |
| 2 | 87.76 | -0.03 | 29.01 | 87.76 | -0.03 | 29.10 | 85.40 | 0.53 | 27.46 | 87.16 | 0.26 | 25.10 |
| 3 | 84.70 | 0.93 | 25.93 | 86.66 | 0.40 | 26.06 | 85.83 | 1.10 | 24.09 | 89.00 | 1.46 | 24.56 |
| 4 | 90.93 | 0.13 | 29.23 | 90.93 | 0.13 | 29.23 | 87.00 | -0.70 | 26.66 | 89.13 | 0.43 | 25.56 |
| 5 | 84.45 | 2.00 | 28.86 | 85.23 | 1.73 | 28.80 | 87.56 | 1.03 | 26.60 | 86.93 | 2.80 | 25.53 |
| 6 | 89.13 | 0.46 | 31.60 | 89.13 | 0.46 | 31.60 | 87.56 | 0.73 | 29.43 | 93.53 | 0.16 | 28.93 |
| 7 | 91.00 | 0.33 | 30.56 | 89.03 | 0.50 | 28.43 | 88.07 | 0.36 | 25.26 | 91.43 | 1.83 | 27.76 |
| 8 | 84.13 | 0.83 | 24.43 | 85.96 | 0.96 | 25.56 | 83.80 | 0.83 | 23.90 | 87.30 | 1.66 | 23.76 |
| 9 | 75.03 | 2.23 | 21.60 | 83.23 | 0.73 | 23.43 | 83.33 | 0.56 | 22.43 | 86.33 | 1.26 | 22.13 |
| 10 | 88.01 | -0.16 | 30.63 | 88.10 | -0.16 | 30.63 | 87.70 | 1.00 | 28.83 | 91.83 | 1.06 | 27.86 |
| Média | 85.76 | 0.67 | 27.94 | 86.94 | 0.45 | 28.08 | 86.33 | 0.62 | 26.33 | 88.85 | 1.17 | 25.72 |

ANEXO II

Tabela XII: Diferenças de cor (ΔE_{00}), luminosidade ($\Delta L'$), croma ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$) encontradas para o grupo 1.

| | Logo após X 7 dias | | | | Logo após X 15 dias | | | | Logo após X 30 dias | | | |
|-----------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | ΔE_{00} | $\Delta L'$ | $\Delta C'$ | $\Delta H'$ | ΔE_{00} | $\Delta L'$ | $\Delta C'$ | $\Delta H'$ | ΔE_{00} | $\Delta L'$ | $\Delta C'$ | $\Delta H'$ |
| 1 | 2.793 | -2.520 | -3.381 | 1.941 | 1.837 | 0.549 | -2.631 | 1.620 | 3.271 | 1.779 | 5.7345 | 1.553 |
| 2 | 1.725 | -2.350 | -1.611 | -0.166 | 2.095 | -2.320 | -2.704 | 0.813 | 2.427 | 0.479 | -4.969 | -0.298 |
| 3 | 1.031 | 1.309 | -0.738 | 0.594 | 2.359 | 3.479 | -0.863 | 0.824 | 2.887 | -1.020 | -5.771 | -0.177 |
| 4 | 0.501 | -0.290 | -0.838 | -0.318 | 1.632 | -0.390 | -3.341 | 0.381 | 2.811 | 2.879 | -4.259 | -0.707 |
| 5 | 2.942 | -4.290 | -0.835 | 0.743 | 3.069 | -3.390 | -4.311 | 0.426 | 2.766 | -1.290 | -5.298 | -0.739 |
| 6 | 1.434 | 0.879 | -2.537 | 0.689 | 1.708 | 0.449 | -3.409 | 0.580 | 2.468 | 2.979 | -2.329 | -1.370 |
| 7 | 1.250 | 0.149 | -2.469 | 0.568 | 1.695 | 0.609 | -3.370 | 0.505 | 2.267 | 2.479 | -3.200 | -0.676 |
| 8 | 1.106 | 1.079 | -1.001 | 0.895 | 1.985 | 2.679 | -2.011 | 0.373 | 2.106 | 2.079 | -3.198 | -0.725 |
| 9 | 3.112 | 4.249 | -1.977 | 1.508 | 3.643 | 3.709 | -4.327 | 2.254 | 4.350 | 6.179 | -4.012 | 0.007 |
| 10 | 1.857 | -2.690 | -0.770 | 0.514 | 1.927 | -2.350 | -2.361 | 0.375 | 1.246 | 0.549 | -2.542 | 0.015 |
| Mé dia | 1.77 | -0.447 | -1.616 | 0.697 | 2.195 | 0.302 | -2.933 | 0.815 | 2.660 | 1.709 | -4.131 | -0.311 |

Tabela XIII: Diferenças de cor (ΔE_{00}), luminosidade ($\Delta L'$), croma ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$) encontradas para o grupo 2.

| | Logo após X 7 dias | | | | Logo após X 15 dias | | | | Logo após X 30 dias | | | |
|-----------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | ΔE_{00} | $\Delta L'$ | $\Delta C'$ | $\Delta H'$ | ΔE_{00} | $\Delta L'$ | $\Delta C'$ | $\Delta H'$ | ΔE_{00} | $\Delta L'$ | $\Delta C'$ | $\Delta H'$ |
| 1 | 1.397 | -1.850 | -1.368 | -0.326 | 1.088 | -0.150 | -2.238 | -0.340 | 2.290 | 2.209 | -3.389 | -0.978 |
| 2 | 1.141 | -0.420 | -1.496 | 1.069 | 4.469 | 2.149 | -2.441 | 5.120 | 3.002 | 4.409 | -2.242 | 0.100 |
| 3 | 0.842 | 0.909 | -1.172 | 0.322 | 1.253 | 0.509 | -2.409 | 0.531 | 2.520 | 1.679 | -4.492 | -0.894 |
| 4 | 0.906 | -0.020 | 1.395 | 0.817 | 2.576 | -1.650 | -4.494 | 1.108 | 2.585 | 3.609 | -2.238 | 0.613 |
| 5 | 2.913 | 3.649 | 2.277 | 1.779 | 2.216 | 3.059 | 1.145 | 1.113 | 1.800 | 1.949 | -2.436 | 0.735 |
| 6 | 2.156 | 3.049 | -1.638 | 0.605 | 2.944 | 4.179 | -2.510 | 0.496 | 4.996 | 7.549 | -3.268 | -0.357 |
| 7 | 1.831 | -1.750 | -1.170 | 1.638 | 2.523 | -3.350 | -2.307 | 0.649 | 2.454 | 2.709 | -3.363 | 0.826 |
| 8 | 1.639 | 2.249 | 1.493 | -0.458 | 1.181 | 1.649 | -1.040 | -0.206 | 2.371 | 3.309 | -1.796 | -0.803 |
| 9 | 2.458 | 3.549 | 1.495 | 0.815 | 1.341 | 1.709 | -0.935 | 0.779 | 2.353 | 3.579 | -1.142 | 0.103 |
| 10 | 2.340 | 2.679 | 0.946 | 1.912 | 4.518 | 6.949 | 2.457 | 0.278 | 5.520 | 8.649 | -0.413 | 1.380 |
| Mé dia | 1.762 | 1.204 | 0.0763 | 0.817 | 2.411 | 0.489 | 1.579 | 0.040 | 2.989 | 3.965 | -2.478 | 0.072 |

Tabela XIV: Diferenças de cor (ΔE_{00}), luminosidade ($\Delta L'$), croma ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$) encontradas para o grupo 3.

| | Logo após X 7 dias | | | | Logo após X 15 dias | | | | Logo após X 30 dias | | | |
|--------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | ΔE_{00} | $\Delta L'$ | $\Delta C'$ | $\Delta H'$ | ΔE_{00} | $\Delta L'$ | $\Delta C'$ | $\Delta H'$ | ΔE_{00} | $\Delta L'$ | $\Delta C'$ | $\Delta H'$ |
| 1 | 0.848 | 1.079 | -0.838 | -0.353 | 2.539 | 3.909 | -0.910 | -0.205 | 4.115 | 6.379 | -0.720 | -0.954 |
| 2 | 0.857 | -0.720 | -1.542 | -0.014 | 1.030 | 1.379 | -0.911 | 0.367 | 1.225 | 1.679 | 0.070 | -0.706 |
| 3 | 3.706 | -5.520 | -0.572 | 0.070 | 4.412 | -6.490 | -0.528 | -0.721 | 2.809 | -3.590 | -1.657 | -1.573 |
| 4 | 0.999 | 0.379 | -1.219 | -0.971 | 2.897 | -0.750 | -5.305 | 1.532 | 1.955 | 0.909 | -3.912 | 0.008 |
| 5 | 1.093 | 1.449 | 0.162 | 0.694 | 1.831 | 1.279 | -2.070 | 1.631 | 1.464 | 1.949 | -1.612 | -0.014 |
| 6 | 1.756 | -0.120 | 3.988 | -0.116 | 1.347 | 0.779 | 2.072 | 1.049 | 1.411 | 1.879 | 1.167 | -0.615 |
| 7 | 2.598 | -3.650 | 0.177 | 1.171 | 1.030 | 0.249 | -1.298 | 1.017 | 1.395 | 1.879 | -1.440 | -0.211 |
| 8 | 1.927 | 2.779 | 0.007 | -0.897 | 1.436 | 1.909 | -1.161 | -0.623 | 2.272 | 2.979 | -1.844 | -1.076 |
| 9 | 0.985 | 0.579 | 1.888 | 0.417 | 0.743 | 0.109 | -0.603 | 0.853 | 3.715 | 5.849 | -0.642 | -0.043 |
| 10 | 0.862 | -1.120 | 0.534 | -0.475 | 0.968 | -0.590 | -1.021 | -0.930 | 1.760 | 1.049 | -1.910 | -1.669 |
| Mé dia | 1.563 | -0.486 | 0.258 | -0.047 | 1.823 | 0.178 | -1.173 | 0.397 | 2.212 | 2.0967 | -1.250 | -0.685 |

Tabela XV: Diferenças de cor (ΔE_{00}), luminosidade ($\Delta L'$), croma ($\Delta C'$) e matiz ($\Delta H'$) encontradas para o grupo 4.

| | Logo após X 7 dias | | | | Logo após X 15 dias | | | | Logo após X 30 dias | | | |
|--------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | ΔE_{00} | $\Delta L'$ | $\Delta C'$ | $\Delta H'$ | ΔE_{00} | $\Delta L'$ | $\Delta C'$ | $\Delta H'$ | ΔE_{00} | $\Delta L'$ | $\Delta C'$ | $\Delta H'$ |
| 1 | 1.887 | -2.620 | 1.558 | 0.355 | 1.328 | 1.079 | 2.268 | -0.623 | 0.641 | -0.120 | -0.357 | -0.762 |
| 2 | 1.690 | 1.809 | 2.727 | 0.174 | 0.702 | -0.550 | 1.093 | -0.432 | 0.988 | 1.209 | -1.271 | -0.163 |
| 3 | 0.543 | 0.709 | -0.309 | -0.311 | 1.424 | -0.120 | -2.250 | -1.175 | 2.478 | 3.049 | -1.757 | -1.578 |
| 4 | 3.411 | 4.979 | 2.857 | 0.008 | 1.008 | 1.049 | 0.298 | 0.913 | 2.092 | 3.179 | -0.808 | -0.352 |
| 5 | 1.795 | -0.720 | 2.488 | -1.663 | 1.321 | 1.609 | 0.251 | -1.001 | 2.570 | 0.979 | -0.650 | -3.050 |
| 6 | 3.060 | 3.179 | 5.230 | -0.303 | 1.779 | 1.609 | 3.067 | -0.607 | 4.894 | 7.579 | 2.557 | -0.023 |
| 7 | 2.202 | 3.079 | 2.062 | -0.385 | 1.476 | 2.119 | -1.109 | -0.276 | 3.827 | 5.479 | 1.460 | -1.820 |
| 8 | 0.855 | 0.009 | -0.790 | -0.957 | 1.954 | -2.150 | -2.454 | -0.860 | 2.118 | 1.349 | -2.537 | -1.863 |
| 9 | 2.347 | -2.720 | -2.927 | -0.754 | 2.592 | -2.620 | -3.933 | -0.571 | 2.350 | 0.379 | -4.194 | -1.468 |
| 10 | 2.336 | 2.149 | 4.257 | 0.305 | 1.736 | 1.749 | 2.477 | -0.901 | 3.866 | 5.879 | 1.511 | -0.993 |
| Mé dia | 2.012 | 0.985 | 1.715 | -0.353 | 1.532 | 0.377 | -0.028 | -0.553 | 2.583 | 2.896 | -0.604 | -1.207 |

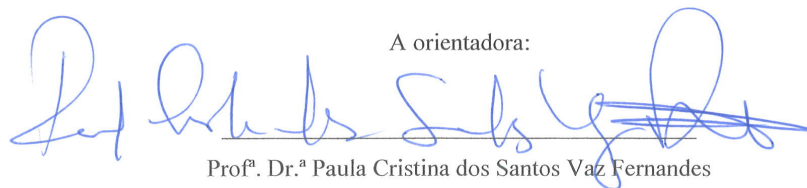
PARECER

(Entrega do trabalho final de Monografia)

Informo que o trabalho de Monografia desenvolvido pelo estudante *Bernardo Guerra Mendonça de Melo Machado*, com o título: “ALTERAÇÃO DE COR DA RESINA COMPOSTA PROMOVIDA POR DIFERENTES CIMENTOS BIOCERÂMICOS”, está de acordo com as regras estipuladas na FMDUP, foi por mim conferido e encontra-se em condições de ser apresentado em provas públicas.

Porto, 22 de maio 2019.

A orientadora:



Prof.ª Dr.ª Paula Cristina dos Santos Vaz Fernandes

DECLARAÇÃO

Monografia de Investigação

Declaro que o presente trabalho, no âmbito da Monografia/Relatório de Atividade Clínica, integrado no MIMD, da FMDUP, é da minha autoria e todas as fontes foram devidamente referenciadas.

Porto, 22 de Maio 2019.

O Investigador:

Bernardo Machado

(Bernardo Guerra Mendonça de Melo Machado)