

**FACULDADE DE  
MEDICINA DENTÁRIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO**

ARTIGO DE INVESTIGAÇÃO MÉDICO-DENTÁRIO  
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

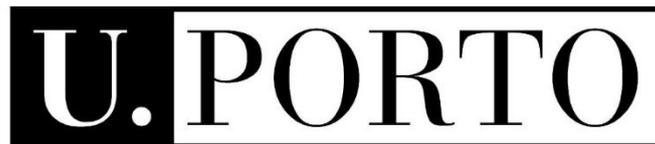
**AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE À COLORAÇÃO DAS  
ESTRUTURAS DENTÁRIAS POR CIMENTOS BIOCERÂMICOS -  
ESTUDO *IN VITRO***

Ana Luísa Monteiro da Costa

Orientadora: Paula Cristina dos Santos Vaz Fernandes

Coorientadora: Cláudia Ângela Maziero Volpato

**Porto, 2019**



**FACULDADE DE  
MEDICINA DENTÁRIA**  
UNIVERSIDADE DO PORTO

ARTIGO DE INVESTIGAÇÃO MÉDICO-DENTÁRIO  
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE À COLORAÇÃO DAS  
ESTRUTURAS DENTÁRIAS POR CIMENTOS BIOCERÂMICOS -  
ESTUDO *IN VITRO***

Ana Luísa Monteiro da Costa

Orientadora: Prof. Doutora Paula Cristina dos Santos Vaz Fernandes

Coorientadora: Prof. Doutora Cláudia Ângela Maziero Volpato

Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Rua Dr. Manuel Pereira da Silva, 4200-329 Porto – Portugal

Telefone: 220901100

Fax: 220901101

[www.fmd.up.pt](http://www.fmd.up.pt)



Dedico este trabalho à Avó Luísa



*“Se tiver o hábito de fazer as coisas com alegria,  
raramente encontrará situações difíceis.”*

Robert Baden-Powell



## AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, instituição pilar da minha formação e a qual espero enobrecer ao longo da minha carreira profissional.

À minha Orientadora, Prof.<sup>a</sup> Doutora Paula Vaz, por ser um exemplo de profissionalismo, exigência e força. Obrigada por ter aceitado orientar-me e, especialmente, pela forma extremamente competente e incansável como o fez. Por toda a inspiração, paciência e trabalho, obrigado! Agradeço, ainda, por me apresentar à Prof.<sup>a</sup> Doutora Cláudia Volpato e incentivar ao meu intercâmbio na UFSC.

À minha Co-orientadora, Prof.<sup>a</sup> Doutora Cláudia Volpato, pela recetividade e disponibilidade desde o primeiro dia, agradeço a oportunidade e a confiança. Por toda a dedicação como orientadora e estímulo ao meu enriquecimento, obrigada!

Ao Prof. Doutor Lucas Garcia, por ter disponibilizado toda a ajuda a esta investigação. Obrigada por ceder o laboratório de Endodontia da UFSC e todos os materiais necessários. Agradeço toda a orientação em termos laboratoriais e o despertar para a realização desta pesquisa.

À Universidade Federal de Santa Catarina, que, possibilitando o meu intercâmbio, me deu a oportunidade de desenvolver este trabalho.

Às minhas amigas Catarina, Filipa, Mariana, Rita e Sara, pelo companheirismo, amizade e ajuda, fatores muito importantes e que me permitiram que cada dia fosse encarado com particular motivação.

Ao meu namorado, por toda a paciência e cooperação neste e em todos os meus projetos. Agradeço toda a disponibilidade e entrega enquanto a outra metade da equipa.

À minha família, que está sempre presente, agradeço pela compreensão e encorajamento, por acreditarem sempre em mim e naquilo que faço, e por todos os ensinamentos de vida. Obrigada por serem sinónimo de amor, alegria e interajuda.

Aos meus pais, Fernanda e Álvaro, por serem exemplo de integridade, sacrifício e afeto. Por nunca me permitirem não dar o máximo de mim e me ensinarem a ser persistente, sem o vosso incentivo nada seria possível. Tudo o que sou e algum dia serei, é graças a vocês. Um enorme obrigada!



## RESUMO

*Introdução:* Os biomateriais são uma base fundamental dos tratamentos restauradores dentários. Os cimentos de Silicato de Cálcio apresentam propriedades físicas e químicas adequadas. Contudo, estes cimentos são identificados com elevado potencial de coloração dos tecidos dentários, o que pode condicionar a sua utilização ao nível do setor anterior.

*Objetivo:* Avaliar a suscetibilidade à coloração das estruturas dentárias (esmalte e dentina) por cimentos biocerâmicos - MTA<sup>®</sup> convencional (Angelus<sup>®</sup>), MTA REPAIR HP<sup>®</sup> (Angelus<sup>®</sup>), NeoMTA Plus<sup>®</sup> (Avalon Biomed Inc.<sup>®</sup>) e Biodentine<sup>®</sup> (Septodont<sup>®</sup>).

*Metodologia:* Obtiveram-se discos de esmalte e dentina, a partir do corte de 40 incisivos bovinos, onde se produziram cavidades preenchidas com os seguintes cimentos (n=10): MTA<sup>®</sup> (G1), MTA HP<sup>®</sup> (G2), NeoMTA Plus<sup>®</sup> (G3) e Biodentine<sup>®</sup> (G4). De seguida, foi realizada a restauração da cavidade com resina composta (RC), formando camadas distintas de esmalte, dentina e RC, cada uma com 1 mm de espessura. Foi realizada uma leitura de cor inicial com um dispositivo de medida intraoral (Easyshade<sup>®</sup>, VITA Zahnfabrik, Alemanha) na superfície do esmalte. Após 7, 15 e 30 dias, foram realizadas novas leituras de cor para determinar as diferenças de cor ( $\Delta E_{00}$ ), luminosidade ( $\Delta L'$ ), croma ( $\Delta C'$ ) e matiz ( $\Delta H'$ ).  $\Delta E_{00}$  foi calculada entre os grupos e tempos segundo o sistema CIEDE2000, e analisada estatisticamente por ANOVA.  $\Delta L'$ ,  $\Delta C'$  e  $\Delta H'$  foram analisadas pelos testes ANOVA de medidas repetidas. Comparações múltiplas foram realizadas pelo Teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

*Resultados:*  $\Delta E_{00}$  foram estatisticamente significativas em relação aos grupos ( $p = 0.002$ ) e aos tempos ( $p = 0.027$ ), tendo sido maior aos 30 dias no G1. G1 também foi o que apresentou a maior perda de luminosidade. Observaram-se diferenças estatisticamente significativas de croma e matiz.

*Conclusão:* Os cimentos biocerâmicos provocam alterações na cor das estruturas dentárias.

## PALAVRAS-CHAVE

Descoloração Dentária; Cimentos Biocerâmicos; Mineral Trioxide Aggregate; Biodentine; Vita Easyshade.

## ABSTRACT

*Introduction:* Biomaterials are a crucial basis of dental restorative treatments. Calcium Silicate cements have adequate physical and chemical properties. However, these cements are identified with a high staining potential of dental tissues, which may condition their use in the anterior sector.

*Objective:* To evaluate the susceptibility to staining of dental structures (enamel and dentin) with conventional MTA<sup>®</sup> (Angelus<sup>®</sup>), MTA REPAIR HP<sup>®</sup> (Angelus<sup>®</sup>), NeoMTA Plus<sup>®</sup> (Avalon Biomed Inc.<sup>®</sup>) and Biodentine<sup>®</sup> (Septodont<sup>®</sup>).

*Methods:* Enamel and dentin discs were obtained from the cut of 40 bovine incisors, where cavities were performed and filled with the following cements (n = 10): MTA<sup>®</sup> (G1), MTA HP<sup>®</sup> (G2), NeoMTA Plus<sup>®</sup> (G3) and Biodentine<sup>®</sup> (G4). Afterwards, the cavity has been restored with composite resin (CR), establishing distinct layers of enamel, dentin and CR, each with 1 mm thick. An initial colour reading was performed with an intraoral measuring device (Easyshade<sup>®</sup>, VITA Zahnfabrik, Germany) on the surface of the enamel. After 7, 15 and 30 days, new colour readings were performed to determine the differences in colour ( $\Delta E_{00}$ ), brightness ( $\Delta L'$ ), chroma ( $\Delta C'$ ) and hue ( $\Delta H'$ ).  $\Delta E_{00}$  were calculated between groups and times according to the CIEDE2000 system, and analysed statistically by ANOVA.  $\Delta L'$ ,  $\Delta C'$  and  $\Delta H'$  were analysed by repeated measures ANOVA. Multiple comparisons were performed by the Tukey test ( $p < 0.05$ ).

*Results:*  $\Delta E_{00}$  were statistically significant in relation to the groups ( $p = 0.002$ ) and the times ( $p = 0.027$ ), being higher at 30 days in G1. G1 was also the one that presented the greatest loss of brightness. Statistically significant differences in chroma and hue were observed.

*Conclusion:* Bioceramic cements induce alterations in the colour of dental structures.

## KEY-WORDS

Dental discoloration; Bioceramic Cements; Mineral Trioxide Aggregate; Biodentine; Vita Easyshade.



## ABREVIATURAS

$\Delta E_{00}$	Diferença de cor
$\Delta L'$	Diferença de Luminosidade
$\Delta C'$	Diferença de Croma
$\Delta H'$	Diferença de Matiz
CIE	Comission Internationale de l'Éclairage
GMTA	Gray Mineral Trioxide Aggregate
h	Horas
ISO	International Organization for Standardization
mm	Milímetro
MTA	Mineral Trioxide Aggregate
RC	Resina Composta
TER	Tratamento Endodôntico Radical
WMTA	White Mineral Trioxide Aggregate

# ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	VII
RESUMO .....	IX
PALAVRAS-CHAVE .....	IX
ABSTRACT .....	X
KEY-WORDS.....	X
ABREVIATURAS.....	XII
ÍNDICE.....	XIII
INTRODUÇÃO .....	1
MATERIAIS E MÉTODOS .....	3
RESULTADOS .....	7
DISCUSSÃO .....	9
CONCLUSÃO .....	11
REFERÊNCIAS.....	12

## INTRODUÇÃO

Os cimentos de Silicato de Cálcio têm sido amplamente utilizados na Medicina Dentária como reparadores biocerâmicos em diversas situações clínicas, devido às suas propriedades químicas e mecânicas favoráveis. <sup>(1, 2)</sup> A sua vasta aplicação explica-se pela sua capacidade de selamento marginal, o que impede a migração de fluídos e microrganismos, de e para, o interior do canal radicular; a libertação de Hidróxido de Cálcio e a estimulação da cicatrização dos tecidos, com resposta inflamatória de baixa intensidade. <sup>(1, 2)</sup> Estes materiais apresentam adequada biocompatibilidade, reduzida neurotoxicidade e citotoxicidade e, frequentemente, apresentam propriedades bactericidas e fúngicas. <sup>(1, 3)</sup>

O *gold standard* dos biomateriais é o *Mineral Trioxide Aggregate* (MTA<sup>®</sup>). Desde a sua introdução revolucionária para a Endodontia, nos anos 90, tem sido alvo de vários estudos e, atualmente, é utilizado em casos de perfuração radicular (canal e furca), perfuração radicular por reabsorção interna, retro-obturação, proteção pulpar direta, pulpotomia, apexogénese e apexificação. <sup>(3-7)</sup>

Ao contrário da maioria dos materiais restauradores, o MTA<sup>®</sup> toma presa em ambientes húmidos, o que facilita a sua prática utilização em inúmeras situações clínicas. <sup>(3)</sup> O Óxido de Cálcio presente na sua composição, em contacto com a humidade, é convertido em Hidróxido de Cálcio. <sup>(3)</sup> Esta conversão provoca uma libertação de iões Cálcio e uma alcalinização do meio, responsável pelo seu efeito antibacteriano. <sup>(3, 5)</sup> Comparativamente ao Hidróxido de Cálcio, este cimento tem uma solubilidade reduzida e mantém a sua estabilidade física e mecânica. <sup>(3)</sup> Além disso, induz a diferenciação odontoblástica das células pulpares indiferenciadas e a formação de pontes mineralizadas, com uma resposta inflamatória mais reduzida e menor ocorrência de necrose pulpar. <sup>(8)</sup> Estas propriedades favorecem a remineralização dos tecidos na interface dente-cimento. <sup>(5)</sup>

Apesar dos resultados clínicos comprovados do MTA<sup>®</sup> como material de selamento, algumas características negativas não podem ser descuradas: o longo tempo de presa do material, a baixa força compressiva e flexibilidade, a dificuldade de manipulação, a baixa fluidez, a solubilidade, a alta incidência de coloração dentária e o custo considerável. <sup>(6, 9)</sup> A descoloração da gengiva marginal é outro aspeto negativo decursivo do uso de MTA<sup>®</sup>. <sup>(10)</sup> Estas deficiências no MTA<sup>®</sup> justificaram o aparecimento de cimentos bioativos, com características semelhantes ao primeiro, mas com propriedades biológicas e mecânicas melhoradas. <sup>(4, 9)</sup>

Recentemente, foi introduzido no mercado o MTA REPAIR HP<sup>®</sup> - MTA "*High Plasticity*" - que é uma evolução do cimento MTA<sup>®</sup> original, com elevada plasticidade, e propriedades de biocompatibilidade e bioatividade mais adequadas. <sup>(11)</sup> Já o NeoMTA Plus<sup>®</sup>, também é um cimento à base de Silicato de Cálcio, com uma granulometria mais fina que o MTA original, e que possui adequada radiopacidade e longo tempo de endurecimento. <sup>(12)</sup> A sua capacidade de libertação iónica e formação de Fosfato de Cálcio promovem a sua estabilidade dentro dos canais radiculares, assim como a regeneração dos tecidos, aumentando a sua bioatividade e biocompatibilidade. <sup>(13)</sup>

O Biodentine<sup>®</sup> é um cimento biocerâmico, considerado um substituto bioativo dentinário indicado em casos de restauração da dentina sob compósitos ou preparações indiretas, restauração temporária, proteção pulpar, pulpotomia, perfuração radicular (canal e furca), perfuração radicular por reabsorção interna, retro-obturação e apexificação. <sup>(6, 14)</sup>

A resolução estética da descoloração coronária, presente em dentes com tratamento endodôntico radical (TER), é um dos principais desafios da medicina dentária. <sup>(15)</sup> A região cervical é a zona mais afetada pela descoloração dentária, após a colocação de cimentos biocerâmicos endodônticos. <sup>(16)</sup> Assim, uma das preocupações com a utilização dos materiais dentários, como os cimentos biocerâmicos, relaciona-se com o seu potencial de coloração e consequente descoloração dentária, especialmente em zonas estéticas. <sup>(17)</sup>

Este trabalho de investigação possui como principal objetivo avaliar a suscetibilidade à coloração das estruturas dentárias (esmalte e dentina) por cimentos biocerâmicos - MTA<sup>®</sup> convencional (Angelus<sup>®</sup>), MTA REPAIR HP<sup>®</sup> (Angelus<sup>®</sup>), NeoMTA Plus<sup>®</sup> (Avalon Biomed Inc.<sup>®</sup>) e Biodentine<sup>®</sup> (Septodont<sup>®</sup>).

A hipótese nula testada é que não existe diferença entre a utilização de MTA ANGELUS<sup>®</sup>, MTA REPAIR HP<sup>®</sup>, NeoMTA Plus<sup>®</sup> ou Biodentine<sup>®</sup> quanto à descoloração dentária.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Como método de desinfecção, antes da sua preparação, os dentes incisivos bovinos hígidos, utilizados nesta investigação, foram imersos numa solução de Cloramina a 0,5% durante 48h, seguidos de lavagem em água durante 24h.

Foram utilizados neste estudo 40 dentes incisivos bovinos hígidos, dos quais se cortou um disco de 10 mm de diâmetro na porção central da superfície vestibular da coroa, com broca Trefina (Neodent®, Curitiba, PR, Brasil) montada em instrumento de baixa rotação, sob abundante refrigeração com água. Os 40 discos de esmalte/dentina foram inicialmente regularizados com broca cilíndrica diamantada de granulação fina (Komet®, Savannah, GA, EUA), montada em peça de mão, também sob refrigeração com água. Logo após, as superfícies de esmalte e dentina foram polidas com lixas de água abrasivas (Norton®, São Paulo, SP, Brasil) em ordem decrescente de granulação (#400, #600 e #1200). Por fim, a espessura das amostras foi aferida com paquímetro digital (Digimess®, Shinko Precision, Gaging, China), para garantir que as camadas de esmalte e dentina possuíssem 1,0 mm cada. De seguida, foi confeccionada uma cavidade de 0,5 mm de profundidade, na parte central da superfície de dentina, com broca esférica diamantada de 0,5 mm de diâmetro (KG Sorensen®, São Paulo, SP, Brasil) montada em turbina, sob refrigeração com água.

Para preenchimento destas cavidades foram utilizados os quatro cimentos em estudo - MTA ANGELUS®, MTA REPAIR HP®, NeoMTA Plus®, Biodentine® - cuja composição é descrita na tabela I.

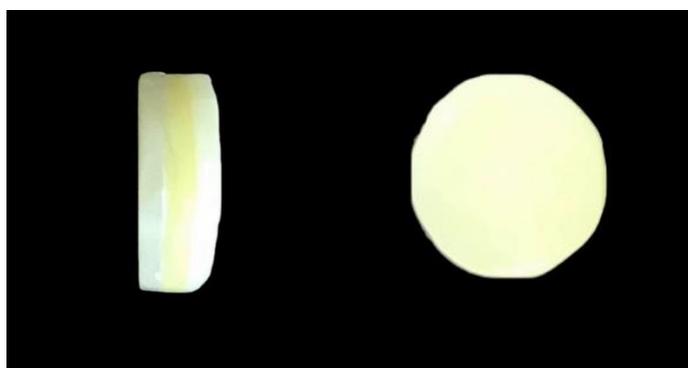
<b>CIMENTO</b> (FABRICANTE)	<b>COMPOSIÇÃO</b>
MTA ANGELUS® (Angelus®)	Pó: Silicato Tricálcico, Silicato Dicálcico, Aluminato Tricálcico, Óxido de Cálcio, Óxido de Bismuto Líquido: Água Destilada
MTA REPAIR HP® (Angelus®)	Pó: Silicato Tricálcico, Silicato Dicálcico, Aluminato Tricálcico, Óxido de Cálcio, Tungstato de Cálcio Líquido: Água e Plastificante
NeoMTA 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 de Espessamento e Polímeros Solúveis em Água
Biodentine® (Septodont®)	Pó: Silicato Tricálcico, Óxido de Zircónia, Óxido de Cálcio, Carbonato de Cálcio, Pigmento Amarelo, Pigmento Vermelho, Óxido de Ferro Marrom Líquido: Cloreto de Cálcio Dihidratado, Água Purificada

*Tabela I - Composição dos Cimentos Biocerâmicos em estudo.*

Os cimentos foram manipulados de acordo com as recomendações do fabricante.

Assim, obteve-se uma amostra com 10 dentes preenchidos com MTA ANGELUS® (grupo 1 - G1), 10 dentes preenchidos com MTA REPAIR HP® (grupo 2 - G2), 10 dentes preenchidos com NeoMTA Plus® (grupo 3 - G3) e 10 dentes preenchidos com Biodentine® (grupo 4 - G4).

Seguidamente as cavidades foram restauradas com resina composta (Z250®, 3M ESPE®, St. Paul, MN, EUA). Para tal, uma camada de 1,0 mm de espessura em resina composta foi construída sobre a porção dentinária dos discos. Previamente, foi realizada a hibridização da dentina com sistema adesivo de dois passos e 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 aparelho de luz do tipo LED (FlashLite 1401®, Discus Dental®, Culver City, CA, USA - intensidade de luz  $\geq 1100$  mW/cm<sup>2</sup>, comprimento de onda entre 460 e 480 nm), por 20 segundos. Seguidamente, a camada de resina composta também foi polida com lixas de água abrasivas (Norton®), com uma ordem decrescente de granulometria (#400, #600 e #1200) (Figura 1).



*Figura 1 - Vista lateral e vista vestibular dos discos obtidos na amostra.*

#### AVALIAÇÃO DA COR

A leitura de cor foi efetuada, tendo as amostras secas e posicionadas sobre um fundo branco absoluto. Foram feitas três leituras no centro de cada amostra, sempre pelo mesmo operador, utilizando um dispositivo de medida intraoral (EasyShade®, VITA® Zahnfabrik, Alemanha). Este equipamento mede a cor segundo o sistema de cor proposto pela CIE (Comissão Internationale de l'Éclairage), que descreve a cor em três coordenadas -  $L^*a^*b^*$  - e permite a localização de qualquer objeto num sistema de cor tridimensional. <sup>(18)</sup>

Neste sistema de coordenadas colorimétricas,  $L^*$  refere-se à luminosidade podendo tomar valores entre 0 (preto) e 100 (branco). E as coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  representam a cromaticidade, podendo variar segundo os eixos vermelho-verde [+a (vermelho); -a (verde)] e amarelo-azul [+b (amarelo); -b (azul)], respetivamente. <sup>(17)</sup>

Após uma leitura inicial da cor, logo após a inserção do cimento, os dentes foram acondicionados em água destilada, numa estufa a 37°C, durante o período de estudo, e novas leituras foram realizadas aos 7, 15 e 30 dias.

As coordenadas de luminosidade ( $L^*$ ), cromaticidade a ( $a^*$ ) e b ( $b^*$ ) obtidas das medidas realizadas nos quatro momentos foram registadas numa grelha Microsoft Excel. Os dados encontrados estão apresentados no Anexo 1.

As diferenças de cor ( $\Delta E_{00}$ ), luminosidade ( $\Delta L'$ ), croma ( $\Delta C'$ ) e matiz ( $\Delta H'$ ), ao longo do tempo, foram calculadas segundo a fórmula de diferença de cor CIEDE2000, que considera a resposta do sistema visual humano, em condições controladas de iluminação e observação, ou seja, reflete a percepção do olho humano às diferenças de cor. <sup>(19)</sup>

Assim, em posse das coordenadas  $L^*a^*b^*$ , as diferenças de cor ( $\Delta E_{00}$ ), luminosidade ( $\Delta L'$ ), croma ( $\Delta C'$ ) e matiz ( $\Delta H'$ ) foram calculadas de acordo com a seguinte fórmula:

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

Para valores de  $\Delta E_{00}$  inferiores a 1, o olho humano não deteta diferenças de cor; entre 1 e 3,3 são considerados valores aceitáveis; e valores de 3,3 ou superiores são considerados inaceitáveis do ponto de vista clínico. <sup>(17)</sup>

### ANÁLISE ESTATÍSTICA

As diferenças de cor ( $\Delta E_{00}$ ) foram analisadas por ANOVA para dois critérios, enquanto as diferenças de luminosidade ( $\Delta L'$ ), croma ( $\Delta C'$ ) e matiz ( $\Delta H'$ ) foram analisadas por ANOVA de medidas repetidas. As diferenças estatísticas encontradas foram comparadas pelo Teste de Tukey com um intervalo de confiança de 95%.



## RESULTADOS

As diferenças de cor ( $\Delta E_{00}$ ), luminosidade ( $\Delta L'$ ), croma ( $\Delta C'$ ) e matiz ( $\Delta H'$ ) encontradas para os diferentes grupos foram calculadas, utilizando a média das condições, logo após a inserção do cimento ( $L^*=92.31$ ,  $a^*=1.07$ ,  $b^*=26.22$ ), como medida de comparação com os tempos testados. Os resultados obtidos e as respectivas médias encontram-se no Anexo 2.

Ao longo do tempo, foi observado um aumento dos valores de  $\Delta E_{00}$ , tendo este sido estatisticamente significativo em relação aos grupos ( $p=0.002$ ) e aos tempos ( $p=0.027$ ) (Tabela II).

Fator de variação	SS	df	MS	F	P
Grupos	45.3734	3	15.1245	5.0912	0.002
Tempos	22.0509	3	11.0255	3.7114	0.027
Grupos x Tempo	26.7128	26	4.4521	1.4987	0.185
Erro	320.8352	108	2.9707		
Total	414.9724	119			

**Tabela II** - ANOVA 2 critérios para as diferenças de cor ( $\Delta E_{00}$ ) dos grupos e tempos testados.

Apesar da diferença não se ter revelado estatisticamente significativa,  $\Delta E_{00}$  foi superior aos 30 dias no G1 com um valor superior a 3.3. Aos 15 dias, G4 apresenta a maior  $\Delta E_{00}$  estatisticamente significativa, comparativamente a G1 e G3 (Tabela III).

Grupos	Valores	Tempo	Valores
G4	3.34	30 dias	3.20
G1	3.01	15 dias	2.44
G3	2.33	07 dias	2.19
G2	1.75		

\*a barra vertical demonstra significância estatística.

**Tabela III** - Teste de comparações múltiplas para as diferenças de cor ( $\Delta E_{00}$ ) encontradas em relação aos grupos ( $p=0.002$ ) e tempos ( $p=0.027$ ).

Quando comparados os valores de  $\Delta L'$  nos vários grupos, observou-se uma diminuição ao longo do tempo. Isto traduz-se por uma perda de luminosidade da amostra, ou seja, pode significar a tendência ao escurecimento dos dentes, uma vez que valores negativos de  $\Delta L'$  retratam uma aproximação ao preto.  $\Delta L'$  revelou-se estatisticamente significativa em relação aos grupos ( $p=0.0008$ ), sendo que aos 30 dias G1 foi o que teve maior perda de luminosidade (Tabela IV).

Fator de Variação	df	$\Delta L'$				$\Delta C'$				$\Delta H'$			
		SS	MS	F	P	SS	MS	F	P	SS	MS	F	P
Grupos	3	201.221	67.073	5.995	0.0008	70.646	23.548	1.885	0.136	33.963	11.321	7.725	0.0001
Tempos	2	39.162	19.581	1.750	0.178	119.429	59.214	4.741	0.010	11.347	5.687	3.880	0.023
Grupos x tempos	6	96.226	16.037	1.433	0.208	79.810	13.303	1.065	0.388	4.688	0.781	0.533	0.781
Erro	108	1208.139	11.186			1248.837	12.489			158.255	1.465		
Total	119	1544.748				1617.731				208.277			

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

Quando analisados, através do teste de Tukey, o G4 apresenta maior perda, sendo estatisticamente significativa, de luminosidade comparativamente aos grupos G2 e G3 (Tabela V).

Grupos	Valores
G3	0.78
G2	0.54
G4	-1.04
G1	-2.81

\*a barra vertical demonstra significância estatística.

**Tabela V** - Teste de comparações múltiplas para as diferenças de luminosidade ( $\Delta L'$ ) encontradas em relação aos grupos ( $p=0.0008$ ).

$\Delta C'$  revelou-se estatisticamente significativa em relação ao tempo ( $p=0.010$ ). Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas aos 30 dias, mas todos os grupos sofreram perda de cor (Tabela VI).

Tempos	Valores
7	-0.32
15	-1.16
30	-2.72

\*a barra vertical demonstra significância estatística.

**Tabela VI** - Teste de comparações múltiplas para as diferenças de cor ( $\Delta C'$ ) encontradas em relação aos tempos ( $p=0.010$ ).

$\Delta H'$  revelou-se estatisticamente significativa em relação aos grupos ( $p=0.0001$ ) e ao tempo ( $p=0.023$ ). Verificou-se um aumento estatisticamente significativo de matiz em G1, G2 e G4 (Tabela VII).

Grupos	Valores	Tempos	Valores
G1	0.76	15 dias	0.69
G2	0.72	30 dias	0.16
G4	0.16	07 dias	-0.03
G3	-0.55		

\*a barra vertical demonstra significância estatística.

**Tabela VII** - Teste de comparações múltiplas para as diferenças de matiz ( $\Delta H'$ ) encontradas em relação aos grupos ( $p=0.001$ ) e tempos ( $p=0.023$ ).

## DISCUSSÃO

Os dentes bovinos têm sido amplamente utilizados em diversos estudos de avaliação das propriedades do esmalte e dentina humanos, devido às suas semelhanças em termos de morfologia, composição e propriedades físicas.<sup>(9)</sup> Além disso, a permeabilidade da dentina na região cervical dos dentes bovinos é semelhante à permeabilidade da dentina coronária dos dentes humanos, permitindo a sua utilização específica neste tipo de estudo *in vitro*.<sup>(9)</sup> No que se refere à avaliação da descoloração dentária, os incisivos bovinos permitem obter uma maior área de superfície plana, favorecendo uma análise mais adequada e padronizada da cor, comparativamente aos dentes humanos que possuem menor área e, vulgarmente, contêm restaurações ou lesões de cáries.<sup>(20)</sup>

No presente estudo avaliou-se a suscetibilidade à coloração das estruturas dentárias (esmalte e dentina) por diferentes cimentos biocerâmicos (MTA convencional, MTA REPAIR HP<sup>®</sup>, NeoMTA Plus<sup>®</sup> e Biodentine<sup>®</sup>). Uma das principais diferenças entre o MTA REPAIR HP<sup>®</sup> e o MTA<sup>®</sup> convencional é a substituição da água destilada, utilizada para manipulação do último, por um líquido que contém água e um plastificante orgânico, de composição desconhecida (dados fornecidos pelo fabricante). Este líquido é responsável por aumentar a plasticidade do cimento, e assim facilitar a sua manipulação e inserção nas áreas de perfurações e cavidades retrobturadoras.<sup>(11)</sup> Outra diferença significativa entre os cimentos é a presença do tungstato de cálcio como agente radiopacificador do MTA REPAIR HP<sup>®</sup>, uma vez que estudos prévios já comprovaram a relação do Óxido de Bismuto com a descoloração dentária.<sup>(21)</sup>

O Óxido de Bismuto é um agente radiopaco incorporado ao MTA<sup>®</sup> convencional de forma a cumprir a radiopacidade determinada pela norma ISO 6876.<sup>(9)</sup> A interação do Óxido de Bismuto com o colagénio da dentina ou com o Hipoclorito de Sódio, utilizado durante um tratamento endodôntico, converte-o num precipitado escuro.<sup>(10, 16)</sup> Além disso, é um composto altamente instável, que por sua vez, pode reagir com o Dióxido de Carbono do ar e dar origem ao Carbonato de Bismuto que, devido à sua fotossensibilidade, pode ser responsável pela descoloração do MTA.<sup>(1, 16)</sup>

Da mesma forma, o NeoMTA Plus<sup>®</sup> utiliza o Óxido de Tântalo como substituto do Óxido de Bismuto, a fim de se evitar a descoloração dentária.<sup>(10)</sup> Adicionalmente, este cimento também possui a capacidade de formação de Hidróxido de Cálcio, responsável pela indução da remineralização.<sup>(8, 11)</sup>

À semelhança do MTA REPAIR HP<sup>®</sup> e o NeoMTA Plus<sup>®</sup>, o Biodentine<sup>®</sup> apresenta-se como uma alternativa ao Óxido de Bismuto constituinte do MTA<sup>®</sup> convencional.<sup>(5)</sup> Como agente radiopacificador este cimento utiliza o Óxido de Zircónia, que possui características de biocompatibilidade e está indicado como um material bio inerte com propriedades mecânicas favoráveis e resistência à corrosão.<sup>(14, 22)</sup> Contrariamente ao MTA<sup>®</sup> convencional, o Biodentine<sup>®</sup> está recomendado para restaurações temporárias (dados fornecidos pelo fabricante). No entanto, tal cimento é inadequado para prevalecer na cavidade oral por tempo superior a 6 meses devido à suscetibilidade à abrasão.<sup>(23)</sup> Além disso, este cimento apresenta um tempo de presa visivelmente mais curto que outros cimentos biocerâmicos, como o MTA<sup>®</sup>.<sup>(7, 24)</sup>

Tendo por base os resultados obtidos no Anexo 1, quando analisados os valores de L\* para G1 (92.20; 91.02; 90.33; 87.12) verifica-se que estes diminuíram após 7, 15 e 30 dias. Tal significa que a luminosidade foi reduzindo com o tempo nos dentes preenchidos com MTA<sup>®</sup>

convencional. Os valores de  $a^*$  após 7 dias estão muito próximos de logo após, no entanto reduzem após 30 dias, o que significa que as amostras tenderam para o verde. Da mesma forma, os valores de  $b^*$  vão diminuindo com o tempo, pelo que tenderam ao azul.

Para G2, os valores de  $L^*$  (93.06; 93.18; 93.37; 92.02) não apresentaram grande oscilação ao longo do tempo. No entanto, os valores de  $a^*$ , que aos 7 dias tinham sofrido apenas uma pequena variação, aos 15 e 30 dias apresentam valores inferiores que indicam a aproximação à cor verde na utilização do MTA REPAIR HP®.

No caso do G3 (amostra preenchida com NeoMTA Plus®), verifica-se uma diminuição nos valores de  $b^*$  (26.61; 26.21; 25.13; 24.41) ao longo do tempo, o que se traduz pela sua tendência ao azul. Os valores de  $L^*$  mantiveram-se sem grandes alterações ao longo do tempo e os valores de  $a^*$  sofreram uma ligeira diminuição após 7 e 30 dias.

O G4 manteve os valores de  $L^*$  (91.99; 91.44; 90.08; 92.26) e de  $b^*$  (23.41; 24.10; 23.58; 23.04) sem oscilações maiores ao longo do tempo. Os valores de  $a^*$  apresentaram-se aumentados após 7 dias, mas diminuídos após 15 e 30 dias, tendo o valor aos 30 dias sido muito próximo do valor inicial logo após a colocação do cimento. Isto aponta para a estabilidade das amostras ao longo do tempo, quando utilizado o Biodentine®.

À semelhança do estudo de Kohli et al.<sup>(25)</sup>, observou-se uma alteração significativa de cor das estruturas dentárias provocada pelo MTA® convencional. Os resultados do presente estudo apresentam este cimento com a maior diferença de cor e perda de luminosidade, o que aponta o Óxido de Bismuto como causa da descoloração dentária. Além disso, foi o único grupo cuja diferença de cor ultrapassou o limite clínico aceitável.

Sabendo, ainda, que a perda de luminosidade poderá traduzir-se pelo escurecimento dos dentes, o presente estudo também aponta o Neo MTA Plus® como o cimento com menor perda de luminosidade, comparativamente ao MTA HP® e ao Biodentine®. No entanto, e corroborando com achados de estudos anteriores que apontam a estabilidade de cor dos cimentos biocerâmicos, estes não induziram alterações significativas de cor. Da mesma forma, Camilleri et al.<sup>(10)</sup>, numa avaliação da descoloração dentária, concluíram que o Neo MTA Plus® e o Biodentine® não sofreram escurecimento.

Outra razão provável da descoloração dentária relaciona-se com a porosidade dos materiais, particularmente quando expostos a sangue.<sup>(5, 16)</sup> Uma das hipóteses da descoloração do MTA® está relacionada com a absorção do grupo *heme* da subunidade  $\beta$  da hemoglobina.<sup>(26)</sup>

## CONCLUSÃO

Este estudo laboratorial não reflete condições clínicas, não só por ser desenvolvido em dentes extraídos, como também pelo facto de não haver exposição dos cimentos a outros materiais dentários, nomeadamente, ao Hipoclorito de Sódio. Assim, além da necessidade de estudos mais longos, são também necessários estudos *in vivo*.

Apesar das limitações deste estudo *in vitro*, rejeitamos a hipótese nula testada, uma vez que existem diferenças entre a utilização de MTA ANGELUS®, MTA REPAIR HP®, NeoMTA Plus® ou Biodentine® quanto à descoloração dentária.

Assim, conclui-se que os cimentos MTA ANGELUS®, MTA REPAIR HP®, NeoMTA Plus® ou Biodentine® alteram os padrões colorimétricos do esmalte e da dentina, com implicações de luminosidade, croma e matiz. Realça-se, que apesar de tudo, a maioria das alterações destas cor não são perceptíveis ao olho humano.

## REFERÊNCIAS

1. 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.
2. Salem-Milani A, Ghasemi S, Rahimi S, Ardalan-Abdollahi A, Asghari-Jafarabadi M. The Discoloration effect of White Mineral Trioxide Aggregate (WMTA), Calcium Enriched Mixture (CEM), and Portland Cement (PC) on Human Teeth. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(12):e1397-e401.
3. Tawil PZ, Duggan DJ, Galicia JC. Mineral trioxide aggregate (MTA): its history, composition, and clinical applications. *Compend Contin Educ Dent.* 2015;36(4):247-52; quiz 54, 64.
4. Parirokh M, Torabinejad M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part I: vital pulp therapy. *Int Endod J.* 2018;51(2):177-205.
5. Duarte MAH, Marciano MA, Vivian RR, Tanomaru Filho M, Tanomaru JMG, Camilleri J. Tricalcium silicate-based cements: properties and modifications. *Braz Oral Res.* 2018;32(suppl 1):e70.
6. Kaup M, Schafer E, Dammaschke T. An in vitro study of different material properties of Biodentine compared to ProRoot MTA. *Head Face Med.* 2015;11:16.
7. Butt N, Talwar S, Chaudhry S, Nawal RR, Yadav S, Bali A. Comparison of physical and mechanical properties of mineral trioxide aggregate and Biodentine. *Indian J Dent Res.* 2014;25(6):692-7.
8. Tomas-Catala CJ, Collado-Gonzalez M, Garcia-Bernal D, Onate-Sanchez 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.
9. Garcia Lda F, Aguilar FG, Rossetto HL, Sabino MG, Pires-de-Souza Fde C. Staining susceptibility of new calcium aluminate cement (EndoBinder) in teeth: a 1-year in vitro study. *Dent Traumatol.* 2013;29(5):383-8.
10. Camilleri J. Staining Potential of Neo MTA Plus, MTA Plus, and Biodentine Used for Pulpotomy Procedures. *J Endod.* 2015;41(7):1139-45.
11. Tomas-Catala CJ, Collado-Gonzalez M, Garcia-Bernal D, Onate-Sanchez 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 Suppl 2:e63-e72.
12. Tanomaru-Filho M, Andrade AS, Rodrigues EM, Viola KS, Faria G, Camilleri J, et al. Biocompatibility and mineralized nodule formation of Neo MTA Plus and an experimental tricalcium silicate cement containing tantalum oxide. *Int Endod J.* 2017;50(S2):e31-e9.
13. Siboni F, Taddei P, Prati C, Gandolfi MG. Properties of NeoMTA Plus and MTA Plus cements for endodontics. *Int Endod J.* 2017;50(S2):e83-e94.
14. Malkondu O, Karapinar Kazandag M, Kazazoglu E. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *Biomed Res Int.* 2014;2014:160951.
15. T. Enan E, A. Yousef E. Discoloration of MTA Filled Teeth With and Without Dentine Bonding Agent 2018.
16. Torabinejad M, Parirokh M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part II: other clinical applications and complications. *Int Endod J.* 2018;51(3):284-317.
17. Rouhani A, Akbari M, Farhadi-Faz A. Comparison of Tooth Discoloration Induced by Calcium-Enriched Mixture and Mineral Trioxide Aggregate. *Iran Endod J.* 2016;11(3):175-8.
18. Elamin HO, Abubakr NH, Ibrahim YE. Identifying the tooth shade in group of patients using Vita Easyshade. *Eur J Dent.* 2015;9(2):213-7.

19. Sharma G, Wu W, Dalal EN. The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Research & Application*. 2005;30(1):21-30.
20. 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.
21. Cintra LTA, Benetti F, de Azevedo Queiroz IO, de Araujo Lopes JM, Penha de Oliveira SH, Sivieri Araujo G, et al. Cytotoxicity, Biocompatibility, and Biomineralization of the New High-plasticity MTA Material. *J Endod*. 2017;43(5):774-8.
22. Rajasekharan S, Martens LC, Cauwels RG, Verbeeck RM. Biodentine material characteristics and clinical applications: a review of the literature. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2014;15(3):147-58.
23. Koubi G, Colon P, Franquin J-C, Hartmann A, Richard G, Faure M-O, 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.
24. Kaur M, Singh H, Dhillon JS, Batra M, Saini M. MTA versus Biodentine: Review of Literature with a Comparative Analysis. *J Clin Diagn Res*. 2017;11(8):Zg01-zg5.
25. 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.
26. Guimarães BM, Tartari T, Marciano MA, Vivan RR, Mondeli RFL, Camilleri J, et al. Color Stability, Radiopacity, and Chemical Characteristics of White Mineral Trioxide Aggregate Associated with 2 Different Vehicles in Contact with Blood. *J Endod*. 2015;41(6):947-52.



# ANEXOS

<u>ANEXO 1</u> .....	Coordenadas L*a*b* obtidas para os tempos testados
<u>ANEXO 2</u> ....	Diferenças de cor ( $\Delta E_{00}$ ), luminosidade ( $\Delta L'$ ), croma ( $\Delta C'$ ) e matiz ( $\Delta H'$ ) encontradas
<u>ANEXO 3</u> .....	Parecer
<u>ANEXO 4</u> .....	Declaração

## ANEXO 1

1. 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	94.33	0.93	27.73	91.73	0.55	26.10	91.16	0.60	26.30	91.30	0.63	25.10
2	91.00	-0.23	25.00	89.43	-0.53	23.23	89.06	-0.63	22.96	90.16	-0.46	24.23
3	91.26	-0.60	25.90	88.06	-0.20	23.86	94.53	-1.10	24.56	85.60	-0.20	25.40
4	92.06	0.16	26.96	92.06	0.03	26.09	91.73	-0.46	24.06	91.43	0.26	26.76
5	89.03	2.06	33.26	87.90	1.66	30.76	86.93	1.63	31.36	77.30	2.66	27.43
6	91.93	0.76	26.43	90.50	1.06	26.76	92.26	-0.40	23.50	82.43	1.03	20.60
7	93.00	1.26	29.93	90.90	2.53	35.53	90.90	2.53	35.53	92.13	0.80	13.83
8	94.03	0.46	27.16	93.20	0.16	24.10	89.01	-1.00	17.06	86.73	0.26	17.36
9	94.09	1.80	31.60	95.63	1.83	30.90	91.70	0.93	28.06	87.73	0.63	19.03
10	91.36	-0.10	26.20	90.83	-0.33	25.10	86.06	-0.73	20.96	86.46	-0.70	16.03
Média	92.20	0.65	28.01	91.02	0.67	27.24	90.33	0.13	25.43	87.12	0.49	21.57

2. 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	92.06	0.56	25.90	92.63	1.10	27.87	93.86	1.10	27.80	92.80	1.10	27.80
2	94.36	0.73	27.13	91.80	0.73	25.83	94.26	-0.10	24.43	92.23	-0.33	23.46
3	89.73	1.50	21.70	91.50	1.63	22.86	90.46	1.13	23.50	91.96	0.83	21.80
4	96.16	0.53	24.10	95.43	0.56	23.16	92.16	-0.20	22.20	92.66	-0.26	22.10
5	94.80	1.30	27.76	95.50	1.03	26.86	95.33	0.26	25.76	94.03	-0.13	23.16
6	86.23	1.20	27.40	90.03	0.86	27.36	92.70	-0.10	26.16	90.26	-0.10	23.26
7	94.46	1.06	29.40	93.60	0.80	28.76	94.30	1.16	30.80	93.86	0.13	25.90
8	95.03	0.26	29.76	93.83	0.06	27.36	93.70	-0.66	25.86	89.93	0.03	27.20
9	93.90	1.33	31.20	95.46	1.06	29.93	93.96	0.33	29.93	92.16	0.66	28.53
10	93.86	0.16	24.13	92.03	0.16	19.43	92.93	-0.26	24.33	90.33	0.18	24.53
Média	93.06	0.86	26.85	93.18	0.80	25.94	93.37	0.27	26.08	92.02	0.21	24.77

3. 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	92.63	1.53	25.50	95.40	1.46	23.96	93.70	0.80	24.06	93.00	0.56	21.23
2	95.10	2.23	29.86	95.33	2.16	29.03	94.33	1.16	26.93	94.43	1.63	26.43
3	92.06	2.56	28.50	92.80	2.10	26.13	91.60	1.33	24.60	90.33	1.23	24.16
4	84.56	1.10	27.33	90.50	1.13	28.33	89.70	0.76	27.90	87.10	0.33	26.20
5	93.99	1.33	23.00	94.10	1.16	23.43	93.66	0.43	23.23	87.90	7.56	22.63
6	92.60	0.76	23.83	94.13	0.63	23.56	92.26	-0.16	23.93	94.83	0.86	25.16
7	94.80	1.33	22.70	94.80	1.46	26.60	91.86	0.23	22.36	91.83	0.76	18.90
8	92.76	2.36	22.46	95.03	1.73	20.76	94.56	0.90	20.40	98.06	1.40	19.03
9	89.16	4.46	31.53	90.33	3.66	29.60	86.56	3.10	29.43	89.83	3.46	30.03
10	92.23	1.93	31.40	92.76	1.93	30.70	90.33	1.03	28.46	94.20	1.10	30.33
Média	91.99	1.96	26.61	93.52	1.74	26.21	91.86	0.96	25.13	92.15	1.89	24.41

4. 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	94.06	1.06	21.60	95.80	1.23	22.93	94.46	-0.20	19.80	95.00	0.56	21.06
2	91.96	0.90	26.16	92.53	0.93	25.46	91.46	-0.33	25.53	94.16	0.50	24.53
3	92.36	0.86	22.20	94.36	1.73	24.06	94.16	1.23	26.43	92.86	1.96	25.50
4	91.46	0.13	22.90	92.73	0.16	23.50	91.50	-0.76	23.10	93.46	-0.26	22.03
5	90.33	-1.10	30.30	78.06	-0.20	26.43	77.40	0.73	24.96	86.03	-0.63	28.33
6	92.20	1.70	27.93	93.86	1.73	26.06	91.93	1.30	26.40	86.33	2.83	27.10
7	92.93	0.76	23.63	93.86	0.53	25.06	92.70	0.43	24.63	95.23	0.36	25.13
8	90.23	0.83	19.40	90.16	0.66	20.10	89.73	-0.20	20.53	91.86	-0.40	16.93
9	88.63	2.26	20.80	87.20	2.76	21.56	82.90	2.16	22.00	91.53	2.40	21.06
10	95.70	0.80	19.13	95.83	2.40	25.80	94.60	0.86	22.46	96.16	0.63	18.73
Média	91.99	0.82	23.41	91.44	1.19	24.10	90.08	0.52	23.58	92.26	0.80	23.04

## ANEXO 2

1. Diferenças de cor ( $\Delta E_{00}$ ), 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			
	$\Delta E_{00}$	$\Delta L'$	$\Delta C'$	$\Delta H'$	$\Delta E_{00}$	$\Delta L'$	$\Delta C'$	$\Delta H'$	$\Delta E_{00}$	$\Delta L'$	$\Delta C'$	$\Delta H'$
1	0.593	-0.580	-0.140	0.580	0.829	-1.150	0.060	0.530	0.897	-1.010	-1.138	0.458
2	2.723	-2.880	-3.014	1.813	3.002	-3.250	-3.278	1.939	2.148	-2.150	-2.013	1.722
3	3.105	-4.250	-2.387	1.412	2.532	2.219	-1.656	2.471	4.415	-6.710	-0.847	1.415
4	0.954	-0.250	-0.157	1.164	1.770	-0.580	-2.183	1.723	0.947	-0.880	0.514	0.919
5	3.423	-4.410	4.566	-0.398	4.070	-5.380	5.163	-0.339	9.997	-15.010	1.339	-1.655
6	1.146	-1.810	0.538	0.038	1.867	-0.050	-2.744	1.653	6.913	-9.880	-5.614	-0.250
7	4.089	-1.410	9.384	-0.967	4.089	-1.410	9.384	-0.967	6.520	-0.180	-12.388	-0.414
8	1.39	0.889	-2.148	0.984	5.512	-3.300	-9.148	2.612	5.726	-5.580	-8.890	0.684
9	2.910	3.319	4.717	-0.559	0.924	-0.610	1.831	0.231	4.582	-4.580	-7.207	0.211
10	1.651	-1.480	-1.145	1.567	5.001	-6.250	-5.273	2.101	6.649	-5.850	-10.200	2.179
Média	2.199	-1.286	1.021	0.563	2.960	-1.976	-0.784	1.195	4.880	-5.183	-4.6446	0.527

2. Diferenças de cor ( $\Delta E_{00}$ ), 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			
	$\Delta E_{00}$	$\Delta L'$	$\Delta C'$	$\Delta H'$	$\Delta E_{00}$	$\Delta L'$	$\Delta C'$	$\Delta H'$	$\Delta E_{00}$	$\Delta L'$	$\Delta C'$	$\Delta H'$
1	0.769	0.319	1.649	0.043	1.182	1.549	1.579	0.040	0.773	0.489	1.579	0.040
2	0.471	-0.510	-0.404	0.369	1.797	1.949	-1.818	1.296	1.833	-0.080	-2.786	1.568
3	1.793	-0.810	-3.311	-0.858	1.724	-1.850	-2.713	-0.204	2.139	-0.350	-4.428	0.079
4	2.415	3.119	-3.080	0.475	2.254	-0.150	-4.0488	1.405	2.337	0.349	-4.148	1.480
5	1.949	3.189	0.637	0.075	1.977	3.019	-0.486	0.899	2.097	1.719	-3.088	1.323
6	1.519	-2.280	1.129	0.280	1.084	0.389	-0.0874	1.310	2.170	-2.050	-2.989	1.287
7	1.411	1.289	2.526	0.393	2.342	1.989	4.579	0.099	1.277	1.549	-0.347	1.049
8	1.399	1.519	1.112	1.147	1.787	1.389	-0.377	1.941	1.805	-2.380	0.952	1.178
9	2.513	3.149	3.706	0.167	2.044	1.649	3.686	0.907	1.115	-0.150	2.292	0.532
10	3.447	-0.280	-6.821	0.889	1.549	0.619	-1.916	1.485	1.662	-1.980	-1.717	0.968
Média	1.769	0.870	-0.285	0.298	1.774	0.489	1.579	0.040	1.721	-0.288	-1.468	0.950

3. Diferenças de cor ( $\Delta E_{00}$ ), 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			
	$\Delta E_{00}$	$\Delta L'$	$\Delta C'$	$\Delta H'$	$\Delta E_{00}$	$\Delta L'$	$\Delta C'$	$\Delta H'$	$\Delta E_{00}$	$\Delta L'$	$\Delta C'$	$\Delta H'$
1	2.155	3.019	-2.230	-0.572	1.604	2.019	-2.171	0.219	2.762	2.119	-5.010	0.404
2	1.543	0.489	2.879	-1.005	0.546	-0.710	0.713	-0.063	1.325	-1.980	0.244	-0.608
3	1.457	-1.810	-0.012	-1.151	1.810	-2.610	-1.602	-0.378	3.419	-5.210	-2.048	-0.286
4	1.442	1.789	2.110	0.030	1.160	1.349	1.665	0.407	2.840	-4.410	-0.045	0.829
5	1.728	1.819	-2.781	-0.244	1.518	-0.050	-3.014	0.637	6.803	2.519	-2.019	-7.999
6	1.994	2.489	-2.678	0.404	1.579	-0.450	-2.318	1.364	0.598	-0.480	-1.069	0.195
7	1.689	2.719	0.402	-0.410	2.410	2.249	-3.888	0.863	3.647	-0.480	-7.330	0.019
8	3.046	-1.980	-5.390	-1.169	4.603	-5.750	-5.823	-0.087	4.983	5.749	-7.147	-0.880
9	2.570	0.449	3.618	-2.489	2.479	-1.980	3.375	-1.937	2.952	-2.480	4.016	-2.246
10	2.220	1.389	4.524	-0.669	1.092	0.689	2.235	0.141	2.143	1.889	4.107	0.141
Média	1.984	1.037	0.042	-0.727	1.880	-0.524	-1.082	0.116	3.147	-0.276	-1.630	-1.043

4. Diferenças de cor ( $\Delta E_{00}$ ), 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			
	$\Delta E_{00}$	$\Delta L'$	$\Delta C'$	$\Delta H'$	$\Delta E_{00}$	$\Delta L'$	$\Delta C'$	$\Delta H'$	$\Delta E_{00}$	$\Delta L'$	$\Delta C'$	$\Delta H'$
1	2.633	3.489	-3.275	-0.360	3.614	2.149	-6.450	1.395	3.00	2.689	-5.180	0.397
2	0.392	0.219	-0.766	0.127	1.410	-0.850	-0.715	1.567	1.460	1.849	-1.712	0.591
3	1.745	2.049	-2.107	-0.886	1.136	1.849	0.218	-0.164	0.959	0.549	-0.652	-1.043
4	1.541	0.419	-2.748	0.973	2.317	-0.810	-3.132	2.097	2.459	1.149	-4.218	1.480
5	9.424	-14.250	0.183	1.424	9.840	-14.910	-1.274	0.337	4.345	-6.280	2.091	1.888
6	1.120	1.549	-0.115	-0.743	0.318	-0.380	0.192	-0.243	4.088	-5.980	1.033	-1.868
7	1.185	1.549	-1.181	0.572	0.961	0.389	-1.613	0.676	1.943	2.919	-1.114	0.771
8	3.290	-2.150	-6.136	0.221	3.413	-2.580	-5.7199	1.398	4.938	-0.450	-9.316	1.690
9	4.340	-5.110	-4.448	-2.416	6.479	-9.410	-4.106	-1.600	2.975	-0.780	-5.001	-2.017
10	2.457	3.519	-0.307	-1.515	2.272	2.289	-3.767	0.074	4.395	3.849	-7.507	0.196
Média	2.813	-0.871	-2.090	-0.260	3.176	-2.226	-2.637	0.553	3.057	-0.048	-3.157	0.208

## ANEXO 3

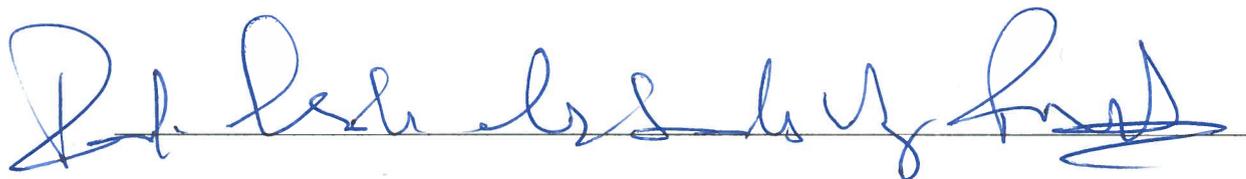
### PARECER

#### Monografia de Investigação/Relatório de Atividade Clínica

Informo que o Trabalho de Monografia desenvolvido pela estudante Ana Luísa Monteiro da Costa com o título “Avaliação da Suscetibilidade à Coloração das Estruturas Dentárias por Cimentos Biocerâmicos - Estudo *in vitro*” 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 de 2019

A orientadora,

A handwritten signature in blue ink, written over a horizontal line. The signature is cursive and appears to be the name of the supervisor, Dr. Helena Almeida.

## ANEXO 4

### DECLARAÇÃO

#### Monografia de Investigação/Relatório de Atividade Clínica

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

Porto, 22 de maio de 2019

A investigadora,

Ana Luísa Pontes de Costa