



**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**ANÁLISE ESPECTROFOTOMÉTRICA IN-VITRO DA  
DESCOLORAÇÃO CORONÁRIA INDUZIDA POR VÁRIOS  
CIMENTOS BIOCERÂMICOS**

Trabalho submetido por  
**Joana Araújo Carvalho**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**outubro de 2017**





# **INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

### **ANÁLISE ESPECTROFOTOMÉTRICA IN-VITRO DA DESCOLORAÇÃO CORONÁRIO INDUZIDA POR VÁRIOS CIMENTOS BIOCERÂMICOS**

Trabalho submetido por  
**Joana Araújo Carvalho**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Professora Doutora Ana Cristina Mano Azul**

e coorientado por  
**Mestre Carlos Daniel Inácio Franco**

**outubro de 2017**



“Para vencer - material ou imaterialmente -  
Três coisas definíveis são precisas: saber trabalhar,  
Aproveitar oportunidades e criar relações.  
O resto pertence ao elemento indefinível, mas real, a que,  
À falta de melhor nome, se chama sorte”

– Fernando Pessoa

## **AGRADECIMENTOS**

Queria desde já agradecer à minha orientadora, Professora Doutora Ana Cristina Mano Azul, por todo o tempo e apoio prestado e também por toda a sua partilha de conhecimento, sendo um grande exemplo no mundo da Medicina Dentária.

Ao meu co-orientador, Mestre Carlos Daniel Inácio Franco pela grande ajuda e colaboração que me proporcionou, por todas as dúvidas que esclareceu, tendo-me sempre acompanhado ativamente ao longo de todo este processo.

Ao Mestre João Albernaz Neves por toda a informação dispensada e consequente auxílio quando mais precisava.

Ao Professor Doutor Mário Polido pelo acesso ao Laboratório de Biomateriais e pela disponibilidade.

À Direcção Clínica do Instituto pelo espaço e material despendido para a realização deste estudo.

A toda a minha família por me terem sempre inculcido o sentido de responsabilidade, determinação e cuja confiança me levou a atingir metas que outrora, e apesar de vários obstáculos, nunca pensei concretizar.

A todos os amigos que fiz ao longo deste curso, por toda a dedicação, pela compreensão, sinceridade e acima de tudo amizade que ficará sempre presente na minha vida.

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar e quantificar *in-vitro* a descoloração coronária induzida por materiais biocerâmicos e a sua influência na determinante “tempo”.

**Materiais e Métodos:** Prepararam-se 44 dentes monoradiculares humanos, divididos em quatro grupos (n=11): G1 - controlo negativo; G2 - preenchimento com White MTA ProRoot® (Dentsply, York, USA), G3 - preenchimento com Biodentine™ (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, França) e o G4 - preenchimento com TotalFill® BC RRM™ Fast Set Putty (FKG, Crêt-du-Loche 4, CH-2304, La Chaux-de-Fonds, Switzerland). Posteriormente à colocação destes cimentos biocerâmicos, os dentes foram imersos em soro fisiológico e sujeitos a vários períodos de incubação a 37° C (t24h: 24h, t7d: 7 dias e t30d: 30 dias; t0 e t1 corresponderam aos momentos antes da incubação, antes e após aplicação imediata do material respectivamente). Efetuou-se a análise estatística descritiva e inferencial. O teste Q Cochran testou a descoloração coronária nos diferentes grupos, o teste Kruskal Wallis verificou diferenças na descoloração nos quatro grupos experimentais e por fim o teste de Friedman testou a variação de descoloração nos diferentes grupos ao longo do tempo. Foi determinado um nível de significância de 5%.

**Resultados:** Todos os grupos experimentais apresentaram descoloração coronária ao longo do tempo G1 - (p= 0,001), G2 - (p <0,001), G3 - (p=0,001) e G4 - (p= 0,006) não sendo significativa entre grupos (p> 0,05).

No intervalo de tempo final [t7d-t30d] o grupo TotalFill foi o que apresentou maior descoloração ( $\Delta E = 7,29$ ), seguido do MTA ( $\Delta E = 6,64$ ), Controlo ( $\Delta E = 6,40$ ) e Biodentine ( $\Delta E = 5,49$ ). No entanto, esta descoloração não foi estatisticamente significativa (p= 0,779).

Dos quatro grupos experimentais o que mais variou, apesar de no final todos os grupos apresentarem descoloração idêntica, foi o grupo MTA (p= 0,037) nos intervalos de tempo [t0-t1] e [t24h-t7d].

**Conclusões:** Todos os materiais induziram descoloração ao longo do tempo, mas sem diferenças significativas comparativamente com o grupo de controlo.

**Palavras-Chave:** MTA ProRoot®, Biodentine™, TotalFill®, sangue



## ABSTRACT

**Aim:** To evaluate and quantify, in-vitro, coronal discoloration induced by bioceramic materials and their influence during the determinant "time".

**Material and Methods:** A total of 44 human monoradicular teeth were divided into four groups (n = 11): G1 - negative control; G2 - filled with MTA ProRoot® (Dentsply, York, USA), G3 - filled with Biodentine™ (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, France) and G4 - filled with TotalFill® BC RRM Fast Set Putty™ (FKG, Crêt-du-Loche 4, CH 2304, La Chaux de Fonds, Switzerland). Subsequent to the placement of the bioceramic cements, they were immersed in physiological saline and submitted to several incubation periods at 37° C (t24h:24h, t7d:7 days e t30d:30 days; t0 e t1 corresponds to the moments previous to incubation, before and just after the material application respectively). Descriptive and inferential statistical analysis were performed. Cochran's Q test evaluated coronal discoloration in the different groups, Kruskal Wallis test verified differences in discoloration in the four experimental groups and finally Friedman test verified variation of discoloration between groups over time. A significance level of 5% was set.

**Results:** All of the experimental groups revealed coronal discoloration G1 - (p = 0.001), G2 - (p <0.001), G3 - (p = 0.001) and G4 - (p = 0.006) and wasn't statistically significant between groups (p > 0.05).

In the final time interval [t7d-t30d], the TotalFill group presented the highest discoloration ( $\Delta E = 7,29$ ), followed by MTA ( $\Delta E = 6,64$ ), Control ( $\Delta E = 6,40$ ) and Biodentine ( $\Delta E = 5,49$ ). However, this discoloration was not statistically significant (p = 0.779).

The MTA group (p = 0.037) in the time intervals [t0-t1] and [t24h-t7d] was the most varied of the four experimental groups, although in the end all groups presented identical discoloration.

**Conclusions:** All materials induced discoloration over time, but without significant differences compared to the control group.

**Key Words:** MTA ProRoot®, Biodentine™, TotalFill®, blood



## ÍNDICE GERAL

|  |    |
|--|----|
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....                           | 7  |
| <b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....                           | 9  |
| <b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....                          | 11 |
| <b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS</b> .....              | 12 |
| <br>   |    |
| <b>I. INTRODUÇÃO</b> .....                               | 13 |
| I.1. Terapia pulpar vital.....                           | 15 |
| I.2. Endodontia regenerativa .....                       | 16 |
| I.3. Materiais biocerâmicos.....                         | 17 |
| I.3.1. MTA.....  | 18 |
| I.3.2. Biodentine™ .....                                 | 19 |
| I.3.3. Totalfill® .....                                  | 21 |
| I.4. Medição da cor .....                                | 22 |
| I.4.1 CIE L*a*b* .....                                   | 22 |
| I.4.2. Técnica instrumental.....                         | 23 |
| I.4.2.1 Espectrofotômetro.....                           | 23 |
| I.4.2.2. Colorímetros .....                              | 24 |
| <br>   |    |
| <b>II. OBJETIVOS E HIPÓTESES DE ESTUDO</b> .....         | 25 |
| II.1 Objetivos .....                                     | 25 |
| II.2 Hipóteses de estudo.....                            | 25 |
| <br>   |    |
| <b>III. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....                    | 27 |
| III.1. Tipo de estudo.....                               | 27 |
| III.2. Aprovação do estudo .....                         | 27 |
| III.3. Local da realização do estudo laboratorial.....   | 27 |
| III.4. Materiais utilizados no estudo laboratorial ..... | 28 |
| III.4.1 Cimentos biocerâmicos .....                      | 30 |
| III.5 Desenho experimental.....                          | 31 |
| III.5.1. Descrição da amostra .....                      | 31 |
| III.5.2. Preparação da amostra.....                      | 31 |

|  |           |
|--|-----------|
| III.5.3. Avaliação da estabilidade de cor .....      | 36        |
| III.6. Análise estatística .....                     | 38        |
| <b>IV. RESULTADOS.....</b>                           | <b>39</b> |
| IV.1. Análise descritiva .....                       | 40        |
| IV.2. Análise inferencial.....                       | 46        |
| <b>V. DISCUSSÃO .....</b>                            | <b>55</b> |
| V.1. Limitações do estudo .....                      | 59        |
| V.2. Considerações finais para estudos futuros ..... | 59        |
| <b>VI. CONCLUSÕES .....</b>                          | <b>61</b> |
| <b>VII. BIBLIOGRAFIA.....</b>                        | <b>63</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1- White MTA ProRoot® (Dentsply) .....   | 19 |
| Figura 2 - Biodentine™ (Septodont) .....  | 20 |
| Figura 3 - TotalFill® RRM™ Fast Set Putty (FKG).....  | 21 |
| Figura 4 - Dentes monoradiculares humanos .....   | 31 |
| Figura 5 - Espécime preenchido na porção apical com resina composta Filtek Z250 ...                   | 32 |
| Figura 6 - Abertura coronária .....   | 32 |
| Figura 7 - Colocação de sangue de suíno no espécime .....   | 33 |
| Figura 8 - Colocação do material experimental ao nível da JAC .....                                   | 33 |
| Figura 9 - Material experimental ao nível JAC .....   | 33 |
| Figura 10 - Radiografiografia (RVG) após colocação do material biocerâmico .....                      | 34 |
| Figura 11 - Aplicação de ionómero de vidro modificado por resina.....                                 | 34 |
| Figura 12 - Aplicação de ácido ortofosfórico .....  | 35 |
| Figura 13 - Aplicação de <i>primer + bond</i> .....   | 35 |
| Figura 14 - Fotopolimerização após colocação do sistema adesivo e resina composta<br>Filtek Z250..... | 35 |
| Figura 15- <i>Spectroshade Micro Optic</i> (MHT S.p.A., Arbizzano di Negar, Itália).....              | 37 |
| Figura 16 – t0 sem sangue de suíno.....   | 44 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 17 - t30d com sangue de suíno .....                                     | 44 |
| Figura 18 - t0 sem material experimental e sem incubação (sem MTA) .....       | 44 |
| Figura 19 - t30d com MTA (30 dias de incubação) .....                          | 44 |
| Figura 20 - t0 sem material experimental e sem incubação (sem Biodentine)..... | 45 |
| Figura 21 - t30d com Biodentine (30 dias de incubação).....                    | 45 |
| Figura 22 - t0 sem material experimental e sem incubação (sem TotalFill) ..... | 45 |
| Figura 23 -t30d com TotalFill (30 dias de incubação) .....                     | 45 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Materiais e equipamentos utilizados no estudo laboratorial.....  | 28 |
| Tabela 2 - Cimentos biocerâmicos e suas especificações: MTA ProRoot®, Biodentine™ e TotalFill® RRM™ Fast Set Putty.....   | 30 |
| Tabela 3 - Valores médios (MD) do parâmetro L ainda $\Delta L$ , respetivo valor do desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC) a 95% no t0 e t30d. (t0 - antes da incubação e sem colocação do material; t30d - trinta dias de incubação após colocação do material experimental).....  | 40 |
| Tabela 4 - Valores médios (MD) do parâmetro a* e ainda $\Delta a^*$ , respetivo valor do desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC) a 95% no t0 e t30d. (t0 - antes da incubação e sem colocação do material; t30d - trinta dias de incubação após colocação do material experimental).....   | 41 |
| Tabela 5 - Valores médios (MD) do parâmetro b* e ainda $\Delta b^*$ , respetivo valor do desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC) a 95% no t0 e t30d. (t0 - antes da incubação e sem colocação do material; t30d - trinta dias de incubação após colocação do material experimental).....   | 42 |
| Tabela 6 - Valores médios (MD) do parâmetro $\Delta E^*$ respetivo valor do desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC) a 95% nos seguintes intervalos de tempo [t0-t1], [t1-t24h], [t24h-7d] e [7d-t30d]. (t0 - antes da incubação e sem colocação do material; t1 - No dia da colocação do material experimental; t24h - Um dia de incubação após colocação do material experimental; t7d - Sete dias de incubação após colocação do material, t30d - trinta dias de incubação após colocação do material experimental)..... | 43 |
| Tabela 7 - Frequência da descoloração ( $\Delta E^* \geq 3,3$ ) ao longo do tempo.....  | 46 |
| Tabela 8 - Probabilidades de significância da descoloração ( $\Delta E^* \geq 3,3$ ) entre os grupos experimentais ao longo do tempo.....   | 47 |

Tabela 9 - Probabilidade de significância da variação da descoloração ( $\Delta E^* \geq 3,3$ ) dos diferentes grupos experimentais ao longo do tempo. .... 47

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1 - Variação da descoloração do material experimental MTA.....   | 49 |
| Gráfico 2 - Variação da descoloração do material experimental Biodentine (BD).....   | 50 |
| Gráfico 3 - Variação da descoloração do material experimental TotalFill (TF) .....   | 51 |
| Gráfico 4 - Variação da descoloração do material experimental Controlo .....   | 48 |
| Gráfico 5 - Variação da descoloração do grupo MTA, Biodentine (BD), TotalFill (TF) e Controlo do momento t7d ao t30d ..... | 52 |
| Gráfico 6 - Representação do parâmetro $\Delta L^*$ do momento t0 ao t30d .....  | 53 |

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

**MTA** - Agregado de trióxido mineral

**RRM** - Material de reparação radicular

**TPV** - Terapia pulpar vital

**JAC** – Junção amelo-cimentária

**SPSS** - Statistical package for the social sciences

**MD** – Média

**N** – Frequência

**DP**- Desvio padrão

**IC 95%** - Intervalo de confiança a 95%

**°C** - Graus celsius

**pH** - Potencial de hidrogénio

**%** - Percentagem

**mm** – Milímetros

**ml** - Mililitros

**RVG** – Radiovisiografia

## I. INTRODUÇÃO

A cárie dentária e a doença periodontal têm sido desde sempre consideradas as doenças orais mais prevalentes e significativas a nível mundial. A cárie dentária é um grande problema ao nível da saúde oral, principalmente em países industrializados, podendo afectar a maior parte da população adulta e 60-90% das crianças (Petersen, 2003).

Em diversos estudos realizados desde 1950 concluiu-se que o processo cariogénico é iniciado por bactérias presentes na cavidade oral (Keyes, 1960; Orland et al., 1955).

Quando em contacto com uma superfície de dentina exposta, as bactérias e os seus respetivos produtos invadem os túbulos dentinários, sendo que a probabilidade deste acontecimento ocorrer aumenta exponencialmente quando o componente de tecido duro se encontra ausente, como por exemplo o esmalte (Brannstrom & Lind, 1965).

O complexo dentina-polpa tem a capacidade de responder a vários estímulos agressores, tais como lesões de cárie, traumas mecânicos, preparação cavitária (por vezes iatrogénica), promovendo a deposição de tecido duro. Este processo ocorre devido à interação dos constituintes da matriz dentinária, podendo induzir à diferenciação de células odontoblásticas e à formação de dentina terciária (Smith et al., 1995, 2012).

Existem várias técnicas e procedimentos a que podemos recorrer para o tratamento do tecido pulpar em dentes com extensas lesões de cárie. Quando as referidas lesões são extensas e ocorre exposição da polpa, o médico dentista tem de averiguar se mantém a vitalidade da polpa aplicando materiais de proteção pulpar, selando e protegendo a polpa dentária exposta (proteção pulpar direta), se remove parte do tecido pulpar coronal (pulpotomia) ou se o elimina por completo (pulpectomia) (Miyashita, Worthington, Qualtrough, & Plasschaert, 2016).

Com o passar dos anos, e cada vez mais na nossa sociedade, o resultado estético é exigido e valorizado, especialmente no sector anterior. Procedimentos da terapia pulpar vital (como por exemplo a proteção pulpar direta, indireta e a pulpotomia), e outros procedimentos como *stepwise excavation*, a reparação de uma perfuração e ainda a endodontia regenerativa requerem a colocação de vários tipos de materiais frequentemente ao nível do terço coronário o que pode levar a descoloração coronária (Ahmed & Abbott, 2012; Belobrov & Parashos, 2011; Kahler et al., 2014; Karabucak, Li, Lim, & Iqbal, 2005).

Para determinados pacientes que apresentam reabsorções radiculares, perfurações ou para casos em que é necessário realizar apexificação ou obturação retrógrada foram criados novos materiais biocompatíveis, tais como os materiais biocerâmicos: MTA ProRoot®; Biodentine™; TotalFill®; Bioaggregate; Generex A, de modo a melhorarem o prognóstico do paciente, assim como o resultado clínico final. Os materiais biocerâmicos, tal como o nome indica, são compostos cerâmicos que se obtêm através de vários processos químicos, tanto *in situ* como *in vivo*, tendo a vantagem de apresentar uma notável biocompatibilidade devido à sua composição biologicamente similar à hidroxiapatite. Quando em contacto com tecido ósseo, variados compostos induzem uma resposta de regeneração apresentando um comportamento osteocondutor. O agregado trióxido mineral (MTA) foi o primeiro material biocerâmico a ser utilizado em endodontia, apresentando resultados positivos (Jitaru, Hodisan, Timis, Lucian, & Bud, 2016).

Face ao acima exposto, resolvi abordar este tema, pelo facto de um dos grandes objetivos na endodontia, para além da boa prática clínica, tem também a finalidade de proporcionar um melhor resultado estético. Considerando que o MTA ProRoot® (Dentsply) é um dos materiais biocerâmicos mais utilizados na terapia vital da polpa, optei por compará-lo ao Biodentine™ (Septodont) e ao TotalFill® BC RRM™ Fast Set Putty (FKG), uma vez que estes materiais são mais recentes no mercado.

Com o presente estudo *in-vitro* pretende-se avaliar e quantificar a descoloração coronária induzida pelos materiais biocerâmicos White MTA ProRoot® (Dentsply), Biodentine™ (Septodont) e o TotalFill® BC RRM™ Fast Set Putty e a sua influência na determinante “tempo”.

## I.1. Terapia pulpar vital

A terapia pulpar vital (TPV) é um tratamento conservador cujo objetivo é a preservação da vitalidade, função pulpar coronal e radicular remanescente nos dentes vitais. Após exposição pulpar efectua-se este tipo de tratamento, de modo a facilitar a formação de dentina reparadora e preservar a vitalidade e saúde pulpar (Berk & Krakow, 1972; Çaliskan, 1995).

A TPV consiste na remoção de agentes irritantes locais, com posterior colocação de materiais de maneira a proteger, direta ou indiretamente, o tecido pulpar (Hargreaves, Cohen, & Berman, 2011).

A conservação da vitalidade da polpa, a reduzida inflamação do tecido pulpar, a formação de camadas de dentina e a ausência de sinais ou sintomas clínicos após terapia da polpa vital (como edema, sensibilidade, dor associada, ausência de quaisquer tipos de lesões a nível radiográfico) são tidos como os principais indicativos clínicos e radiográficos de resposta favorável, após tratamento da polpa vital (Bergenholtz, 2004; Dammaschke, Leidinger, & Schäfer, 2010; Ward, 2002).

A proteção pulpar indireta, proteção pulpar direta, pulpotomia parcial e pulpotomia completa são procedimentos da terapia pulpar vital (Parirokh, Torabinejad, & Dummer, 2017).

A TPV só deve ser realizada em situações como: dentes que apresentam pulpíte reversível sem quaisquer patologias periapicais associadas, dentes com exposição pulpar iatrogénica ou devido a trauma (Akhlaghi & Khademi, 2015).

O tratamento em condições assépticas, uso de isolamento absoluto e ainda tratamento restaurador bem adaptado são vivamente aconselhados (Damaschke et al., 2010).

Este tipo de tratamento é sempre controverso e existem muitos fatores que limitam a tomada de decisão. Para uma avaliação adequada, é essencial no mínimo um *follow-up* de 5 anos (Miyashita et al., 2016).

A melhor opção de tratamento depende do diagnóstico exposto pelo médico dentista, tendo como base a história clínica do paciente, radiografias, prognóstico a longo prazo e a capacidade de restaurar o dente (Akhlaghi & Khademi, 2015).

## **I.2. Endodontia regenerativa**

Nygaard Ostby foi um dos primeiros médicos dentistas a iniciar o estudo da regeneração do tecido pulpar (Nygaard-Östby, 1961; Nygaard-Östby & Hjortdal, 1971).

Os procedimentos da endodontia regenerativa visam a reparação ou substituição de estruturas danificadas, como por exemplo a dentina, bem como células do complexo dentino-pulpar (Murray, Garcia-Godoy, & Hargreaves, 2007).

Quando ocorre a necrose pulpar antes do completo desenvolvimento dentário, a formação de tecido dentinário cessa, assim como o restante desenvolvimento da porção radicular. Dentes que apresentam necrose pulpar e ainda ápices imaturos são considerados um verdadeiro desafio para muitos médicos dentistas, já que em muitas ocasiões, apresentam ápices abertos e divergentes dificultando a instrumentação e obturação, havendo maior probabilidade de fraturarem após tratamento (Torabinejad, Corr, Buhley, Wright, & Shabahang, 2011).

Na área da endodontia, a endodontia regenerativa tem vindo gradualmente a desenvolver-se. Neste tratamento, o objetivo é criar um ambiente favorável no canal radicular, eliminando as bactérias e o tecido pulpar em necrose, e introdução de células estaminais específicas, scaffolds tridimensionais e fatores de crescimento, de modo a promover regeneração do complexo dentina-polpa e progressivo desenvolvimento radicular (Hargreaves, Giesler, Henry, & Wang, 2008; Nosrat, Homayounfar, & Oloomi, 2012).

Após tratamento endodôntico de regeneração tem-se verificado descoloração coronária. Vários estudos indicam que o uso de matérias biocerâmicos como MTA cinzento e MTA branco têm a capacidade de induzir descoloração coronária (Kim, Kim, Shin, Park, & Jung, 2010; Petrino, Boda, Shambarger, Bowles, & McClanahan, 2010; Reynolds, Johnson, & Cohenca, 2009).

O contacto do material biocerâmico, MTA com o coágulo sanguíneo, promovido durante o procedimento da revascularização, causa descoloração coronária. E apesar do MTA branco ter sido desenvolvido de modo a ultrapassar este cenário, ainda assim se verifica a presença de descoloração na porção cervical (Lenherr et al., 2013).

O Biodentine, um novo cimento à base de silicato tricálcico tem sido usado e aconselhado nalguns estudos como material alternativo (Feigin & Shope, 2017; Namour & Theys, 2014).

Procedimentos endodônticos regenerativos são fundamentais para o tratamento de dentes imaturos em pacientes jovens com necrose pulpar com um prognóstico já de si reservado, tendo sido cada vez mais utilizados em endodontia (Feigin & Shope, 2017).

### **I.3 Materiais biocerâmicos**

Os materiais biocerâmicos apresentam boa biocompatibilidade, uma vez que são bastante idênticos à hidroxiapatite apresentando também propriedades antibacterianas. Formam pós porosos que contêm nanocristais com diâmetros de 1-3 nm que previnem a adesão de bactérias. Por vezes, íons de fluor constituem os cristais de apatite e o nanomaterial resultante adquire propriedades antibacterianas (Jitaru et al., 2016).

Os materiais utilizados devem apresentar variadas características, entre as quais a capacidade para a eliminação de bactérias, promover um selamento adequado, induzir mineralização e promover o desenvolvimento normal da porção radicular (Akhlaghi & Khademi, 2015; Witherspoon, 2008).

Um material de reparação endodôntica considerado ideal deve apresentar as seguintes características: radiopacidade, estabilidade dimensional, biocompatibilidade, boa capacidade de selamento, ausência de toxicidade, ser bactericida ou bacteriostático e não reabsorvível (Madfa, Al-Sanabani, & Al-Qudami Al-Kudami, 2014).

Com o decorrer do tempo foram vários os materiais a ser utilizados para este propósito, entre eles a amálgama, o óxido de zinco eugenol, as resinas compostas, os cimentos de fosfato de zinco e os ionómeros de vidro. Porém, nenhum destes exibiu as características ideais para ser utilizado como material de reparação endodôntica. Assim sendo, outros materiais como o hidróxido de cálcio, o agregado de trióxido mineral (MTA), o TotalFill e Biodentine foram utilizados apresentando características mais favoráveis e ainda capacidade de reparação endodôntica (Madfa et al., 2014).

### **I.3.1. MTA**

O agregado trióxido mineral (MTA), desde meados de 1990, tem-se vindo a tornar num material de referência, mais especificamente em tratamentos conservadores da terapia da polpa vital, como a pulpotomia de dentes decíduos e dentes definitivos (Caicedo, Abbott, Alongi, & Alarcon, 2006; Madfa et al., 2014).

Foi o primeiro material biocerâmico a ser utilizado em endodontia. Foi desenvolvido por Torabinejad, Universidade Loma Linda na Califórnia, tendo sido criado para a reparação de perfurações radiculares (Jitaru et al., 2016; Lee, Monsef, & Torabinejad, 1993).

O cimento de Portland e o MTA possuem uma composição e propriedades físicas e químicas muito idênticas. O cimento Portland é frequentemente utilizado na indústria da construção civil, contendo silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico e sulfato de cálcio (Jitaru et al., 2016).

O MTA contém óxido de bismuto, sendo esta uma substância insolúvel adicionada de modo a garantir radiopacidade e para além deste último material tem como base o cimento de Portland (Funteas, Wallace, & Fochtman, 2003).

O primeiro MTA a ser desenvolvido foi o MTA cinzento e tem como grande desvantagem a descoloração coronária. (Schwartz, Mauger, Clement, & Walker, 1999) O MTA branco foi criado de modo a superar esta particularidade, no entanto não se observou melhoria significativa. A primordial distinção entre o MTA branco e o MTA cinzento é que o primeiro contém menores quantidades de ferro, alumínio e magnésio, que são os motivadores da descoloração dentária (Asgary et al., 2009). (Fig. 1)

O tempo de presa do MTA é de aproximadamente 3-4 horas. Inicialmente o seu pH é de 10,2 e depois de tomar presa é cerca de 12,5 (Schwartz et al., 1999; Torabinejad & Chivian, 1999).

Uma característica excecional do MTA é a sua capacidade indutora de tecido duro, o que o torna indicado para ser utilizado como barreira apical em dentes com ápex aberto e polpa necrótica (Madfa et al., 2014).

É também recomendado para a reparação não-cirúrgica da reabsorção cervical invasiva (Schwartz et al., 1999).

Segundo Torabinejad e Chivian (1999) foi também utilizado em casos de proteção pulpar direta e pulpotomia de dentes imaturos (Torabinejad & Chivian, 1999).

Também tem desvantagens como o preço, características de manuseamento, e potencial de descoloração (Hegde & Naik, 2005; Parirokh & Torabinejad, 2010).

Felman & Parashos (2013) demonstraram que o MTA para além da capacidade de descoloração, a sua junção com sangue aumenta exponencialmente esta condicionante.

Recentemente começou a ser usado em endodontia regenerativa (Beatty & Svec, 2015; Gandolfi et al., 2015).

Novos materiais biocerâmicos foram desenvolvidos para combater as desvantagens do MTA branco e MTA cinzento (Beatty & Svec, 2015).



Figura 1- White MTA ProRoot® (Dentsply)

### I.3.2. Biodentine™

Biodentine™, o novo cimento biocerâmico fabricado pela Septodont (Saint Maur de Fossés, France) em 2010, foi recentemente lançado no mercado de medicina dentária em Janeiro de 2011 como um substituto da dentina, que pode ser colocado a nível da coroa e da raiz dentária. Este material à base de silicato de cálcio veio superar o MTA nalguns pontos como: fácil manipulação, curto tempo de presa e sem potencial de descoloração (Madfa et al., 2014).

Segundo resultados de um estudo “Biodentine™ pode ter a capacidade de biomineralização mais exacerbada do que o MTA, já que os espécimes do Biodentine™ mostraram áreas de dentina significativamente maiores e mais ricas em cálcio e silicato, assim como uma maior profundidade de incorporação” (Han & Okiji, 2011, p. 1083).

O Biodentine™ apresenta propriedades mecânicas significativamente melhores em comparação com materiais usualmente utilizados para proteções pulpares diretas, como é o caso do hidróxido de cálcio, sendo o módulo de elasticidade do Biodentine™ de 22GPa e forças de compressão de 220 MPa, o qual é muito semelhante ao módulo de elasticidade da dentina (Bakopoulou & About, 2014).

Dois fatores que garantem a preservação a longo prazo da vitalidade do tecido pulpar é a sua capacidade de desencadear a formação de dentina reparadora e das suas propriedades antibacterianas (Bakopoulou & About, 2014).

O material é dispensado na forma de pó que se encontra numa cápsula e líquido que se encontra numa pipeta. O pó é composto essencialmente por silicato tricálcico (principal componente), silicato dicálcico (segundo maior componente), carbonato de cálcio e óxido de zircónio que confere radiopacidade ao Biodentine. O componente líquido contém cloreto de cálcio (diminui o tempo de presa) e um polímero hidrossolúvel (um agente redutor de água) de modo a conferir uma boa fluidez. Aquando da mistura da componente líquida com a componente sólida, o Biodentine tem como tempo de presa aproximadamente 12 minutos (Madfa et al., 2014). (Fig.2)

Apresenta múltiplas aplicações em medicina dentária como reparação de perfurações radiculares, casos de reabsorção externa, apexificação, obturação canal, restauração de lesões de cárie extensas e como proteção pulpar (Camilleri, Sorrentino, & Damidot, 2013).

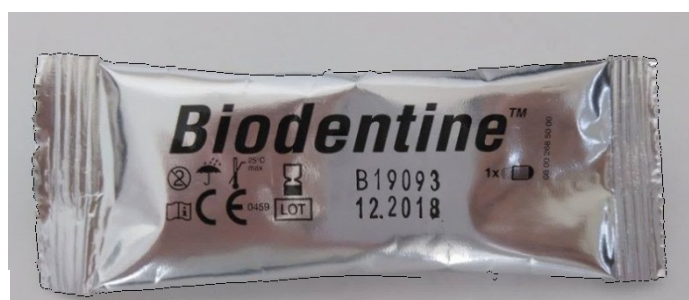


Figura 2 - Biodentine™ (Septodont)

### I.3.3. Totalfill®

Desde 2008 na América do Norte, a Brasseler colocou no mercado materiais biocerâmicos *pre-mixed* como o EndoSequence® BC Sealer™, EndoSequence® BC RRM™ e o EndoSequence® BC RRM-Fast Set Putty™. Estes materiais passaram recentemente a assumir no mercado o nome de TotalFill® BC *Sealer*™, TotalFill® BC RRM *Paste*™ e TotalFill® BC RRM™ Putty/Fast Set Putty da *FKG Dentaire*, Suíça (Trope, Bunes, & Debelian, 2015).

As três apresentações do TotalFill® apresentam constituintes idênticos como silicatos de cálcio, óxido de zircônio, óxido de tântalo e fosfato de cálcio monobásico. São de fácil manuseamento, hidrófilos, insolúveis, radiopacos, isentos de alumínio, pH elevado e necessitam de alguma humidade para tomar presa (Trope et al., 2015).

O TotalFill® BC RRM™ Fast Set Putty (FKG) pode ser utilizado em casos de proteção pulpar direta e indireta, perfurações radiculares, reabsorções radiculares externas e internas, obturação e ainda apexificação (formação de barreira apical). É considerado um material altamente biocompatível, osteogénico e de fácil manuseamento, sendo que o seu tempo de presa foi significativamente reduzido para 20 minutos, mas apenas para o Fast Set Putty para as restantes apresentações do TotalFill® o tempo de presa é cerca de quatro horas (FKG, n.d.). (Fig.3)



Figura 3 - TotalFill® RRM™ Fast Set Putty (FKG)

## I.4. Medição da cor

### I.4.1 CIE L\*a\*b\*

Na prática clínica a escolha da cor é feita através do método visual, que é um método subjetivo, tendo como base escalas de cor padronizadas que diferem dependendo do fabricante. Este método depende de muitos fatores, como a sensibilidade do operador, a luminosidade presente no meio envolvente, translucidez e consequentes propriedades do material a ser utilizado (Sproull, 1974).

Em medicina dentária muitos dispositivos foram introduzidos para fazer uma seleção de cores mais precisa, permitindo-nos fornecer melhores resultados estéticos (Chang et al., 2015).

Para a medição da cor podem ser utilizados dispositivos como colorímetros, espectrofotômetros, espectro-radiômetros ou a combinação dos mesmos, sendo o espectrofotômetro e o colorímetro os mais utilizados. Estes dispositivos avaliam a quantidade e composição espectral de luz que é refletida pela superfície do objeto a ser medido. Geralmente os resultados destes dispositivos são expressos através do sistema CIE L\*a\*b\*, que é utilizado para deteção de todas as cores na gama do espectro visível através de três coordenadas (Lagouvardos, Fougia, Diamantopoulou, & Polyzois, 2009).

O sistema CIE L\*a\*b\* foi desenvolvido em 1979 pela *Commission Internationale de L'éclairage* (CIE), consistindo em três coordenadas. O L\* representa a luminosidade, o a\* mede o croma num eixo que vai desde o vermelho ao verde e o b\* mede o croma no eixo que vai desde o amarelo ao azul. Sendo que o L\* pode ir do 0 (preto) até ao 100 (branco), o a\* pode ser positivo (vermelho) ou negativo (verde) e b\* também é positivo (amarelo) ou negativo (azul) (Yamanel, Caglar, Özcan, Gulsah, & Bagis, 2010).

Através do sistema de cor CIE L\*a\*b\* podemos quantificar a diferença entre a cor padrão e a cor especificamente medida (Gegauff, Rosenstiel, Langhout, & Johnston, 1993; Russell, Gulfraz, & Moss, 2000).

Habitualmente são utilizadas equações para quantificar a mudança de cor.  $\Delta L^*$  corresponde à variação do brilho e é calculado como  $L^*2 - L^*1$ , em que L\*1 é valor inicial e L\*2 representa o valor final aquando da conclusão do tratamento. Podemos utilizar a mesma equação para calcular o a\* e b\*.

$\Delta E^*$  representa mudança de cor no global e é definido como a fórmula seguinte:

$$\Delta E = \left[ (L2 - L1^*)^2 + (a2 - a1^*)^2 + (b2 - b1^*)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

(Chang et al., 2015; Goodacre & Sagel, 2011).

## **I.4.2. Técnica instrumental**

### **I.4.2.1 Espectrofotómetro**

A constante procura de restaurações dentárias estéticas levou tanto os médicos dentistas como protésicos a procurarem uma correspondência de cores mais rigorosa e precisa (Sorensen & Torres, 1987).

A correspondência exacta de cores continua a ser uma das componentes mais importantes para o sucesso a nível estético e para a satisfação do paciente. Assim sendo, cada vez mais são necessários instrumentos de medição de cores mais fiáveis e eficientes (Chen et al., 2012; Kortsmmit & Borsboom, 1990).

Os espectrofotómetros são instrumentos que medem a quantidade de luz refletida de um objeto em intervalos de 380-780 nm ao longo do espetro visível (Ivan & Rade, 2009; Khurana, Tredwin, Weisbloom, & Moles, 2007; Kielbassa, Beheim-Schwarzbach, Neumann, nat, & Zantner, 2009).

Um espectrofotómetro contém uma fonte de radiação óptica, um meio de dispersão de luz, um sistema óptico de medição, um detetor e um meio de conversão de luz obtida a partir de um sinal que pode ser analisado (Chu, Trushkowsky, & Paravina, 2010).

Os dados obtidos a partir dos mesmos devem ser analisados e posteriormente traduzidos. Em comparação com observações feitas através do olho humano ou técnicas convencionais, constatou-se que os espectrofotómetros ofereciam um aumento de 33% na precisão e uma combinação mais objetiva em 93,3% dos casos (Paul, Peter, Pietrobon, & Hämmerle, 2002).

O *SpectroShade™ Micro* (MHT Optic Research, Niederhasli, Suíça) utilizado nesta investigação utiliza uma combinação de espectrofotómetro LED (*light emitting diode*) e uma câmara digital. Possui um computador no seu interior e outro sistema de orientação que é usado durante a medição da cor do dente. As imagens e dados espectrais podem ser salvos na memória interna e transferidos respetivamente para um computador (Ivan & Rade, 2009).

Segundo Kim-Pusateri, Brewer, Davis, & Wee, (2009), o Spectroshade™ tem uma fiabilidade de 96,9% e uma precisão de 80,2% (Kim-Pusateri, Brewer, Davis, & Wee, 2009).

Através do espectrofotómetro é nos possível averiguar o grau de correspondência entre a cor da escala de cores comercial seleccionada e o dente em estudo (Sarafianou, Kamposiora, Papavasiliou, & Goula, 2012).

A alteração da cor é considerada visualmente perceptível e clinicamente inaceitável quando os valores de  $\Delta E$  são iguais ou superiores a 3,3 (Ruyter, Nilner, & Moiler, 1987).

#### **I.4.2.2. Colorímetros**

Os colorímetros medem os valores tricromáticos e detetam as áreas de luz vermelha, azul e verde do espectro visível. Não registam a reflexão espectral e podem ser menos precisos que os espectrofotómetros (o envelhecimento dos filtros pode afetar adicionalmente a exactidão). O ShadeVision (X-Rite, Grandville, MI) é um colorímetro de imagem, sendo que esta é fornecida através do uso de três bases de dados separadas: para o terço cervical, médio e incisal (Chu et al., 2010; Kim-Pusateri et al., 2009).

## II. OBETIVOS E HIPÓTESES DE ESTUDO

### II.1 Objectivos

Avaliar a descoloração coronária induzida por vários materiais biocerâmicos: TotalFill® BC RRM™ Fast Set Putty (FKG), Biodentine™ (Septodont) e White MTA ProRoot® (Dentsply) e a influência na determinante “tempo”.

### II.2 Hipóteses de estudo

**1ª Hipótese nula:** Não se observa descoloração coronária nos diferentes grupos experimentais ao longo do tempo.

**1ª Hipótese alternativa:** Observa-se descoloração coronária nos diferentes grupos experimentais ao longo do tempo.

**2ª Hipótese nula:** Para cada momento a distribuição do  $\Delta E$  é idêntica nos grupos experimentais ao longo do tempo [t0-t1], [t1-t24h], [t24h-t7d] e [t7d-t30d].

**2ª Hipótese alternativa:** Para cada momento a distribuição do  $\Delta E$  difere nos grupos experimentais ao longo do tempo [t0-t1], [t1-t24h], [t24h-t7d] e [t7d-t30d].

**3ª Hipótese nula:** Não se observa uma variação na descoloração no grupo 1 (Controlo) ao longo do tempo [t0-t1], [t1-t24h], [t24h-t7d] e [t7d-t30d].

**3ª Hipótese alternativa:** Observa-se uma variação na descoloração no grupo 1 (Controlo) ao longo do tempo [t0-t1], [t1-t24h], [t24h-t7d] e [t7d-t30d].

**4ª Hipótese nula:** Não se observa uma variação na descoloração no grupo 2 (MTA) ao longo do tempo [t0-t1], [t1-t24h], [t24h-t7d] e [t7d-t30d].

**4ª Hipótese alternativa:** Observa-se uma variação na descoloração no grupo 2 (MTA) ao longo do tempo [t0-t1], [t1-t24h], [t24h-t7d] e [t7d-t30d].

**5ª Hipótese nula:** Não se observa uma variação na descoloração no grupo 3 (Biodentine) ao longo do tempo [t0-t1], [t1-t24h], [t24h-t7d] e [t7d-t30d].

**5ª Hipótese alternativa:** Observa-se uma variação na descoloração no grupo 3 (Biodentine) ao longo do tempo [t0-t1], [t1-t24h], [t24h-t7d] e [t7d-t30d].

**6ª Hipótese nula:** Não se observa uma variação na descoloração no grupo 4 (TotalFill) ao longo do tempo [t0-t1], [t1-t24h], [t24h-t7d] e [t7d-t30d].

**6ª Hipótese alternativa:** Observa-se uma variação na descoloração no grupo 4 (TotalFill) ao longo do tempo [t0-t1], [t1-t24h], [t24h-t7d] e [t7d-t30d].

### III. MATERIAIS E MÉTODOS

#### III.1. Tipo de estudo

O presente trabalho constitui uma investigação laboratorial *in-vitro*.

#### III.2. Aprovação do estudo

Este estudo intitulado “Análise espectrofotométrica *in-vitro* da descoloração coronária induzida por vários cimentos biocerâmicos” foi apresentado como Proposta de Projecto Final à Comissão Científica do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz (ISCSEM), tendo sido aprovado. Posteriormente, foi submetido e aprovado por unanimidade pela Comissão de Ética do referido instituto (anexo I).

#### III.3. Local da realização do estudo laboratorial

A preparação de todos os espécimes assim como a sua análise, através do espectrofotómetro, decorreu no Laboratório de Biomateriais do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, Campus Universitário, Quinta da Granja, Monte da Caparica, 2829-511 Caparica (Portugal).

O seu armazenamento foi feito no Laboratório de Microbiologia do instituto mencionado anteriormente.

Todo o trabalho laboratorial foi realizado entre os meses de Abril e Agosto 2017.

### III.4. Materiais utilizados no estudo laboratorial

Os materiais e equipamentos utilizados encontram-se enumerados na Tabela 1.

Tabela 1 – Materiais e equipamentos utilizados no estudo laboratorial

---

White MTA ProRoot® (Tulsa Dental Products, Tulsa, OK, USA).

Biodentine™ Septodont (Saint Maur-des Fôsses, France)

Totalfill® BC RRM™ Fast Set Putty (Crêt-du-Loche 4, CH-2304, La Chaux-de-Fonds, Switzerland)

44 dentes humanos monoradiculares

Sangue de suíno

Espectrofotómetro (Spectroshade Micro Optic, Software Version 2.40 (MHT S.p.A., Arbizzano di Negar, Itália)

Pasta de polimento (Medicaline, West addison St. Chicago, Illinois 60641, USA)

Escovas profiláticas Schmidt ClinicLine (J. Ripoll S.L Río Tiétar, 20 28110 Algete, Madrid)

Destartarizador – Woodpecker (Woodpeckers, Inc. 13700 Prospect Road, Strongsville, OH 44149)

Godé (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)

Limas Reciproc 50 (VDW GmbH, Bayerwaldstr. 15, 81737 Munich, Germany)

Motor VDW.SILVER® (VDW GmbH, Postfach 83 09 54 81709, Munich)

---

---

Hipoclorito de sódio a 3% (ISCSEM)

EDTA a 17% (ISCSEM)

Fotopolimerizador Elipar Deep-cure-S LED curing-light (3M™ ESPE™, St. Paul, MN, USA)

Broca esférica nº12 (Dentsply, Maillefer, Chemin du Verger 3 | 1338 Ballaigues – Suisse)

Endo z (NTI – Khla GmbH Rotary Dental Instruments, D-07768 Kahla/Germany)

Rolos de algodão (Cyber Tech DE Healthare Studland Road, Kigsthorpe, Northampton, UK)

Estufa de Incubação (Mettler OHAUS, Mettler, Germany)

Soro fisiológico (ISCSEM)

Resina composta Filtek™ z250 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)

Sistema adesivo: Adper™ Scotchbond™ 1 XT Vial (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)

Radiovisiografia com *software* Kodak 6100

Vitrebond™ (3M™, St. Paul, MN, USA)

Régua endodôntica – Standardized Endodontic Comparison, Switzerland

Silicone de adição consistência *putty* (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)

---

### III.4.1 Cimentos biocerâmicos

Na tabela abaixo discriminada encontram-se as especificações de cimentos biocerâmicos utilizados no presente estudo, de acordo com as informações cedidas pelos respectivos fabricantes.

Tabela 2 - Cimentos biocerâmicos e suas especificações: White MTA ProRoot®, Biodentine™ e TotalFill® RRM™ Fast Set Putty

| <b>Nome comercial<br/>(Abreviatura)</b>       | <b>Fabricante</b>   | <b>lote</b> | <b>Validade</b> |
|---|---|-------------|-----------------|
| <b>White MTA<br/>ProRoot®</b>                 | Dentply<br>Tulsa Dental<br>Products, Tulsa,<br>OK, USA)               | 000014787   | 12.08.2019      |
| <b>Biodentine™</b>                            | Septodont<br>Saint Maur-des<br>Fósses, France                         | B19471      | 10.2018         |
| <b>TotalFill®<br/>RRM™ Fast Set<br/>Putty</b> | FKG<br>Crêt-du-Loche 4<br>CH-2304<br>La Chaux-de-Fonds<br>Switzerland | 1601FSPS    | 31.03.2018      |

### III.5 Desenho experimental

#### III.5.1. Descrição da amostra

No presente estudo foram utilizados 44 dentes monoradiculares humanos recolhidos do Banco de Dentes Humanos da Clínica Dentária Universitária Egas Moniz (anexo II).

A amostra foi distribuída em quatro grupos consoante o material aplicado. Cada grupo era constituído por 11 dentes monoradiculares:

G1: Controlo negativo; G2: White MTA ProRoot®; G3: Biodentine™ e G4: TotalFill® RRM™ Fast Set Putty.

#### III.5.2. Preparação da amostra

1. No decorrer deste estudo foram utilizados 44 dentes monoradiculares humanos (incisivos centrais, incisivos laterais, caninos e pré-molares inferiores) que logo após a sua extração foram armazenados em soro fisiológico sendo que de semana a semana foi trocado o líquido em que estavam armazenados. As várias superfícies dentárias foram limpas com ponta destartarizadora, pasta de polimento pedra-pomes e respetivas escovas profiláticas. (Fig.4)



Figura 4 - Dentes monoradiculares humanos

2. Foi realizado uma radiografiografia (RVG) com *software* Kodak 6100 a cada dente e seccionado o ápex radicular de modo a que a distância entre a junção amelo-cimentária ao local seccionado tivesse um total de 10 mm de comprimento.

3. No caso do controlo negativo realizámos uma abordagem por via retrógrada com instrumentação, irrigação e posterior preenchimento do dente com sangue de suíno por essa via. O restante espaço ao nível do ápex foi preenchido com resina composta Filtek Z250 (3M™ ESPE™, St. Paul, MN, USA). (Fig. 5)

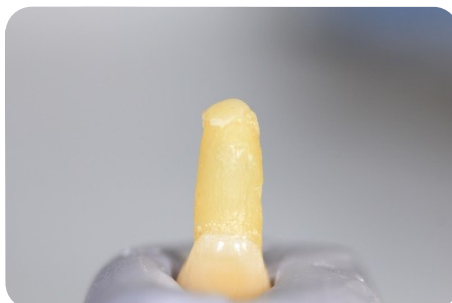


Figura 5 - Espécime preenchido na porção apical com resina composta Filtek Z250

4. Nos restantes grupos experimentais foi efetuada a abertura coronária de cada dente com uma broca esférica nº 12.
5. Todos os canais foram instrumentados com limas Reciproc 50 (VDW GmbH, Munich) irrigando simultaneamente com 10ml de hipoclorito de sódio a 3%, 10ml de EDTA a 17% e novamente 10ml de hipoclorito de sódio a 3%. (Fig. 6)



Figura 6 - Abertura coronária

6. Todos os dentes foram preenchidos com sangue de suíno e no restante espaço ao nível do ápex foi preenchido com resina composta Filtek z250 (3M™ ESPE™, St. Paul, MN, USA). Posteriormente foram distribuídos por cada grupo experimental (n=11) tendo-se aplicado o material específico de cada grupo 3 a 4 mm na direção apical relativamente à junção amelo-cimentária (JAC), à exceção do controlo negativo. (Fig. 7, 8 e 9)



Figura 7 - Colocação de sangue de suíno no espécime

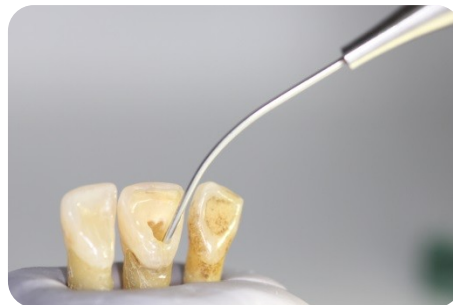


Figura 8 - Colocação do material experimental ao nível da JAC



Figura 9 - Material experimental ao nível JAC

7. Após a colocação do material experimental realizou-se radiografia a cada grupo (à exceção do controlo negativo) de modo a verificar a sua adequada colocação 3 a 4 mm na direção apical relativamente à JAC. (Fig.10)

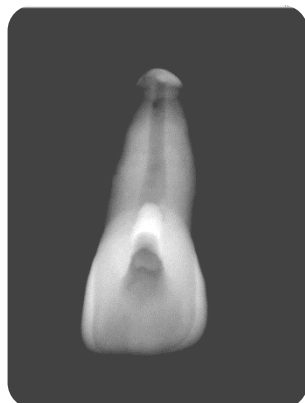


Figura 10 - Radiovisiografia (RVG) após colocação do material biocerâmico

8. Sobre o material experimental colocou-se ionómero de vidro modificado por resina (Vitrebond™). Seguidamente efetuou-se o condicionamento ácido com ácido ortofosfórico a 37% e a aplicação do sistema adesivo Adper™ Scotchbond™ 1 XT Vial (3M™ ESPE™, St. Paul, MN, USA) de acordo com as instruções do fabricante. Por fim foi colocado o material restaurador, a resina composta Filtek Z250 (3M ESPE St. Paul, MN, USA) com a cor referente a cada dente, de modo a encerrar a abertura coronária. O restante espaço ao nível do apéx foi preenchido com resina composta Filtek Z250 (3M™ ESPE™, St. Paul, MN, USA). (Fig. 11,12,13 e 14)



Figura 11 - Aplicação de ionómero de vidro modificado por resina



Figura 12 - Aplicação de ácido ortofosfórico

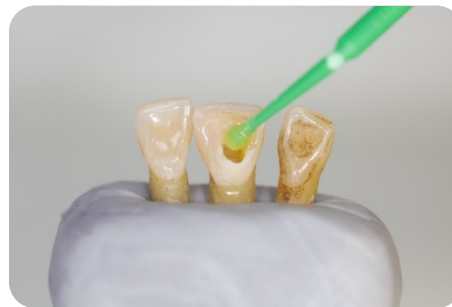


Figura 13 - Aplicação de *primer + bond*

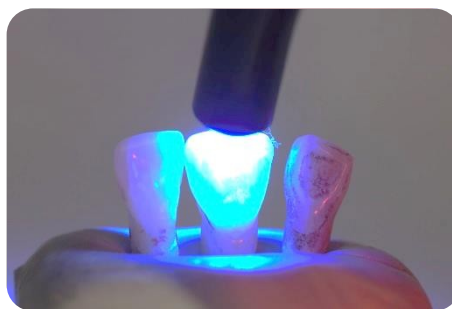


Figura 14 - Fotopolimerização após colocação do sistema adesivo e resina composta Filtek Z250

9. Após este procedimento, os dentes permaneceram numa estufa de incubação a 37°C e imersos em soro fisiológico, tendo sido definidos os seguintes tempos: t0- Antes da incubação e sem colocação do material; t1- No dia da colocação do material experimental (antes da incubação); t24h- Um dia de incubação após colocação do material experimental; t7d- Sete dias de incubação após colocação do material, t30d- Trinta dias de incubação após colocação do material experimental, sempre com renovação do líquido em que estavam armazenados.

### III.5.3. Avaliação da estabilidade de cor

A medição de cor dos dentes foi efetuada através do espectrofotômetro Spectroshade Micro Optic (MHT S.p.A., Arbizzano di Negar, Itália), de acordo com as instruções do fabricante. (Fig.15)

1. Utilizando o espectrofotômetro (*Spectroshade™ Micro*) foi registada a cor inicial de todos os dentes de cada grupo. Foi realizada uma chave em silicone de adição de consistência *Putty* (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) onde cada dente foi colocado sempre com dois dentes adjacentes. De seguida transferiu-se o conjunto chave + dentes para o interior de uma caixa preta sempre na mesma posição de forma a evitar alterações da luz incidente no objeto.
2. O aparelho foi ligado e posteriormente calibrado aproximando o mesmo de dois rectângulos, o primeiro de cor branca e o segundo de cor verde que se encontram na base destacável do dispositivo.
3. Realizou-se a medição da cor do dente, sendo que a linha presente no mostrador deve ser de cor verde de modo a admitir uma medição correta. A linha varia de cor entre verde, amarelo ou vermelho, dependendo da inclinação do aparelho em relação à superfície a avaliar.
4. Após a obtenção da imagem, foi selecionada na superfície do dente a zona que se pretendia analisar e foram recolhidos os dados CIE  $L^*a^*b^*$ . Cada dente foi submetido a três medições e a média foi posteriormente calculada.
5. A variação de cor ( $\Delta E$ ) foi determinada através das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  que se traduzem em valores obtidos antes e depois da colocação dos materiais experimentais, em cada um dos dentes. A variação cromática foi determinada através da fórmula:  $\Delta E = ((L2 - L1)^2 + (a2 - a1)^2 + (b2 - b1)^2)^{\frac{1}{2}}$  (Beatty & Svec, 2015)
6. Os dentes foram guardados na estufa de incubação a 37° em soro fisiológico durante 30 dias.

7. As restantes medições foram realizadas imediatamente após a colocação do material experimental, após um dia, sete dias e trinta dias de incubação com renovação semanal do líquido de armazenamento de cada grupo.



Figura 15- *Spectroshade Micro Optic* (MHT S.p.A., Arbizzano di Negar, Itália)

### **III.6. Análise estatística**

A análise estatística envolveu medidas de estatística descritiva e de estatística inferencial, com aplicação de testes de hipótese. Com base nas características das variáveis a avaliar aplicaram-se testes não paramétricos uma vez que os pressupostos para aplicação de testes paramétricos, após validação, não se verificaram.

Para determinar se houve descoloração coronária nos diferentes grupos experimentais ao longo do tempo foi utilizado o teste não paramétrico Q Cochran; para testar se existiram diferenças na descoloração nos quatro grupos experimentais para cada intervalo de tempo foi utilizado o teste de Kruskal Wallis e por fim testou-se a variação da descoloração nos diferentes grupos através do teste de Friedman. Para se constatar se houve ou não descoloração coronária foi tido em consideração um  $\Delta E \geq 3,3$  que se traduz numa descoloração inaceitável e facilmente detectada a olho nu. (Ruyter et al., 1987; Abu-Bakr et al., 2000). Como referência para aceitar ou rejeitar a hipótese nula fixou-se um nível de significância de 5%.

#### IV. RESULTADOS

Os valores do  $L^*a^*b^*$  foram registados com auxílio de um espectrofotómetro (*Spectroshade™ Micro*) e após várias medições foram introduzidos no Microsoft Excel de modo a garantir a sua correta disposição e facilitar o cálculo do  $\Delta E$ , para posterior análise estatística descritiva e inferencial.

A análise estatística inferencial foi efetuada com recurso ao *software* SPSS sob orientação do Prof. Doutor Luís Proença, do Departamento de Estatística do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz.

Foram criados quatro grupos experimentais sendo que cada grupo é constituído por onze elementos. Para cada grupo foi inicialmente calculada a média (MD), desvio padrão (DP), intervalo de confiança (IC) a 95% e ainda o  $\Delta$  para cada parâmetro  $L^*a^*b^*$  no tempo  $t=0$  e  $t=30d$ , sendo que a medição  $t_0$  representa antes da incubação e sem colocação do material em espécime de cada grupo experimental e  $t_{30d}$  representa trinta dias de incubação após colocação do material experimental em cada espécime de cada grupo (ver tabelas 3, 4 e 5).

De seguida foi novamente calculado para cada grupo, a média (MD), desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC) a 95% do  $\Delta E$  que se traduz com base nos parâmetros  $L^*a^*b^*$  pela seguinte fórmula ( $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$ )  $\frac{1}{2}$  considerando quatro intervalos de tempo:  $[t_0-t_1]$ ,  $[t_1-t_{24h}]$ ,  $[t_{24h}-t_{7d}]$  e  $[t_{7d}-t_{30d}]$  (ver tabela 6).

O primeiro intervalo de tempo representado por  $[t_0-t_1]$  corresponde à variação da cor registada no  $t=0$  ou seja antes da incubação e sem colocação do material e  $t_1$  no dia da colocação do material experimental (antes da incubação). O segundo intervalo de tempo  $[t_1-t_{24h}]$  vai desde o dia da colocação do material (antes da incubação) ao primeiro dia de incubação e material colocado. O terceiro intervalo de tempo  $[t_{24h}-t_{7d}]$  vai desde o primeiro dia de incubação após colocação do material experimental até uma semana de incubação com o material anteriormente colocado. E por fim  $[t_{7d}-t_{30d}]$  que corresponde a uma semana de incubação já com o material anteriormente colocado até perfazer trinta dias de incubação com o material colocado desde o  $t_1$ .

#### IV.1. Análise descritiva

A análise descritiva foi realizada para cada uma das coordenadas do sistema CIE  $L^*a^*b^*$  incluindo o  $\Delta E$ .

Primeiro realizou-se a análise do parâmetro  $L^*$  no tempo  $t_0$  e  $t_{30d}$ . Este parâmetro representa a luminosidade (Yamanel et al., 2010).

A partir da análise da Tabela 3, verificou-se que em todos os grupos do  $t_0$  ao  $t_{30d}$  o valor de  $L$  diminuiu, assim como o  $\Delta L$  que se encontra negativo para todos os grupos, o que significa que a amostra se tornou mais escura com o passar do tempo. Podemos também verificar que o grupo de controlo e MTA apresentaram valores de  $\Delta L$  mais negativos enquanto o TotalFill e o Biodentine apresentam valores mais aproximados de zero.

No que toca ao parâmetro  $\Delta L$  é possível inferir que do momento  $t_0$  ao  $t_{30d}$  foi sempre negativo em todos os grupos, constatando-se que de grupo para grupo não há diferenças significativas (gráfico 6).

Tabela 3 - Valores médios (MD) do parâmetro  $L$  e  $\Delta L$ , respetivo valor do desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC) a 95% no  $t_0$  e  $t_{30d}$ . ( **$t_0$**  - antes da incubação e sem colocação do material;  **$t_{30d}$**  - trinta dias de incubação após colocação do material experimental)

| Grupos                 | N  | $t_0$ ( $L^*$ )<br>MD + DP<br>(IC 95%) | $t_{30d}$ ( $L^*$ )<br>MD + DP<br>(IC 95%) | $\Delta L^*$ |
|------------------------|----|--|--|--------------|
| Grupo 1:<br>Controlo   | 11 | 72,23 ± 3,70<br>[69,74; 74,71]         | 68,41 ± 2,93<br>[66,44; 70,38]             | -3,82        |
| Grupo 2:<br>MTA        | 11 | 74,90 ± 3,47<br>[72,57; 77,23]         | 71,95 ± 1,94<br>[70,65; 73,26]             | -2,95        |
| Grupo 3:<br>Biodentine | 11 | 71,64 ± 3,24<br>[69,46; 73,81]         | 69,73 ± 3,12<br>[67,63; 71,82]             | -1,91        |
| Grupo 4:<br>TotalFill  | 11 | 72,20 ± 3,73<br>[69,69; 74,71]         | 71,35 ± 4,40<br>[68,39; 74,30]             | -0,85        |
| Total                  | 44 |  |  |              |

Em relação ao parâmetro  $a^*$  do CIE  $L^*a^*b^*$ , o mesmo representa o croma no eixo que vai do vermelho ao verde (Yamanel et al., 2010). Como se pode observar na tabela 4 o grupo MTA, Biodentine e Controlo mostraram uma diminuição neste parâmetro, apresentando um  $\Delta a^*$  negativo (espécimes revelaram uma cor tendencialmente verde) à exceção do grupo TotalFill que mostrou um aumento do  $a^*$  apresentando um  $\Delta a^*$  positivo (espécimes no grupo em questão revelaram uma cor tendencialmente vermelha).

Tabela 4 - Valores médios (MD) do parâmetro  $a^*$  e ainda  $\Delta a^*$ , respetivo valor do desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC) a 95% no t0 e t30d. (**t0** - antes da incubação e sem colocação do material; **t30d** - trinta dias de incubação após colocação do material experimental)

| Grupos                 | N  | t0 ( $a^*$ )<br>MD + DP<br>(IC 95%) | t30d ( $a^*$ )<br>MD + DP<br>(IC 95%) | $\Delta a^*$ |
|------------------------|----|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| Grupo 1:<br>Controlo   | 11 | 1,30 ± 2,18<br>[-0,17; 2,77]        | 1,28 ± 1,98<br>[-0,06; 2,61]          | -0,02        |
| Grupo 2:<br>MTA        | 11 | 1,31 ± 1,85<br>[0,07; 2,55]         | 0,72 ± 1,23<br>[-0,11; 1,54]          | -0,59        |
| Grupo 3:<br>Biodentine | 11 | 2,17 ± 1,56<br>[1,13; 3,21]         | 1,66 ± 1,14<br>[0,89; 2,43]           | -0,51        |
| Grupo 4:<br>TotalFill  | 11 | 1,38 ± 2,15<br>[-0,06; 2,83]        | 1,65 ± 2,17<br>[0,19; 3,10]           | 0,27         |
| Total                  | 44 |                                     |                                       |              |

Relativamente ao parâmetro  $b^*$  do CIE  $L^*a^*b^*$ , o mesmo representa o croma no eixo que vai do amarelo ao azul (Yamanel et al., 2010). Como se pode observar através da tabela 5 todos os grupos mostraram uma diminuição do parâmetro  $b^*$  apresentando um  $\Delta b^*$  negativo (amostra revelou uma cor tendencialmente azul).

Tabela 5 - Valores médios (MD) do parâmetro  $b^*$  e ainda  $\Delta b^*$ , respetivo valor do desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC) a 95% no  $t_0$  e  $t_{30d}$ . ( $t_0$  - antes da incubação e sem colocação do material;  $t_{30d}$  - trinta dias de incubação após colocação do material experimental)

| Grupos                 | N  | $t_0$ ( $b^*$ )<br>MD + DP<br>(IC 95%) | $t_{30d}$ ( $b^*$ )<br>MD + DP<br>(IC 95%) | $\Delta b^*$ |
|------------------------|----|--|--|--------------|
| Grupo 1:<br>Controlo   | 11 | 19,49 ± 4,24<br>[16,64; 22,34]         | 14,11 ± 1,97<br>[12,79; 15,43]             | -5,38        |
| Grupo 2:<br>MTA        | 11 | 19,50 ± 3,32<br>[17,27; 21,73]         | 16,94 ± 3,62<br>[14,50; 19,37]             | -2,56        |
| Grupo 3:<br>Biodentine | 11 | 21,60 ± 4,47<br>[18,60; 24,60]         | 18,70 ± 5,72<br>[14,86; 22,54]             | -2,90        |
| Grupo 4:<br>TotalFill  | 11 | 19,49 ± 4,24<br>[16,64; 22,34]         | 18,06 ± 4,08<br>[15,33; 20,80]             | -1,43        |
| Total                  | 44 |  |  |              |

A partir da análise da Tabela 6 é possível observar o parâmetro  $\Delta E$  e a descoloração de cada grupo experimental ao longo do tempo, sendo a descoloração no intervalo [t0-t1] predominante no grupo de Controlo, de seguida Biodentine, TotalFill e por fim MTA. No entanto, o  $\Delta E$  foi sofrendo alterações ao longo do tempo, sendo que no intervalo [t7d-t30d] verificou – se uma descoloração TotalFill> MTA> Controlo> Biodentine.

Tabela 6 - Valores médios (MD) do parâmetro  $\Delta E^*$ , respetivo valor do desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC) a 95% nos seguintes intervalos de tempo [t0-t1], [t1-t24h], [t24h-7d] e [t7d-t30d]. (t0 - antes da incubação e sem colocação do material; t1 - No dia da colocação do material experimental; t24h - Um dia de incubação após colocação do material experimental; t7d - Sete dias de incubação após colocação do material, t30d - trinta dias de incubação após colocação do material experimental)

| Grupos                 | N  | $\Delta E$ 0_1<br>MD + DP<br>(IC 95%) | $\Delta E$ 1_24h<br>MD + DP<br>(IC 95%) | $\Delta E$ 24h_7d<br>MD + DP<br>(IC 95%) | $\Delta E$ 7d_30d<br>MD + DP<br>(IC 95%) |
|------------------------|----|---------------------------------------|---|--|--|
| Grupo 1:<br>Controlo   | 11 | 9,00 ± 4,73<br>[5,82; 12,18]          | 6,18 ± 6,72<br>[1,67; 10,70]            | 7,36 ± 4,05<br>[4,64; 10,08]             | 6,40 ± 2,59<br>[4,65; 8,14]              |
| Grupo 2:<br>MTA        | 11 | 4,08 ± 2,24<br>[2,57; 5,58]           | 4,26 ± 2,98<br>[2,25; 6,26]             | 8,91 ± 4,55<br>[5,85; 11,97]             | 6,64 ± 4,08<br>[2,73; 10,41]             |
| Grupo 3:<br>Biodentine | 11 | 7,44 ± 3,82<br>[4,88; 10,01]          | 5,36 ± 3,65<br>[2,91; 7,81]             | 6,57 ± 5,71<br>[2,73; 10,41]             | 5,49 ± 4,48<br>[2,48; 8,50]              |
| Grupo 4:<br>TotalFill  | 11 | 7,42 ± 5,63<br>[3,64; 11,20]          | 3,20 ± 1,64<br>[2,10; 4,30]             | 7,12 ± 5,34<br>[3,53; 10,70]             | 7,29 ± 5,99<br>[3,26; 11,32]             |
| Total                  | 44 |                                       |   |  |  |

As Figuras 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 e 23 ilustram um exemplo de descoloração coronária observada entre os grupos 1,2,3 e 4 no tempo t0 ao t30d para os diferentes grupos estudados.

#### Grupo 1 - Controlo

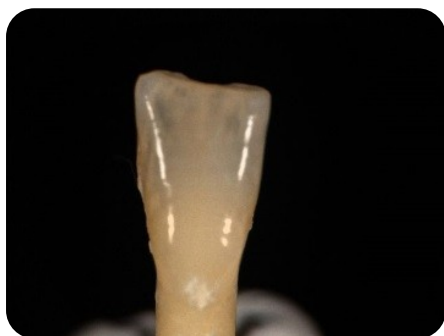


Figura 176 - t0 sem sangue de suíno



Figura 167 - t30d com sangue de suíno

#### Grupo 2 - MTA



Figura 18 - t0 sem material experimental e sem incubação (sem MTA)



Figura 19 - t30d com MTA (30 dias de incubação)

Grupo 2 - Biodentine



Figura 20 - t0 sem material experimental e sem incubação (sem Biodentine)



Figura 21 - t30d com Biodentine (30 dias de incubação)

Grupo 4 - TotalFill



Figura 22 - t0 sem material experimental e sem incubação (sem TotalFill)



Figura 23 - t30d com TotalFill (30 dias de incubação)

## IV.2. Análise inferencial

A partir da Tabela 7 é possível observar a frequência da descoloração ao longo do tempo. Inicialmente (t0) nenhum dente se encontrava descolorado e ao longo dos vários momentos verifica-se que há um gradual aumento do número de dentes que apresentam descoloração. Em todos os momentos, para a amostra de quarenta e quatro dentes  $p < 0,001$  logo rejeito a 1ª hipótese nula, observando-se descoloração nos diferentes grupos experimentais ao longo do tempo.

Verificou-se que para o grupo Controlo rejeito 1ª hipótese nula porque  $p < 0,001$  em todos os momentos (teste Q Cochran). No caso do grupo MTA  $p < 0,001$  em todos os momentos, logo rejeito 1ª hipótese nula, (teste Q Cochran). No grupo Biodentine rejeito 1ª hipótese nula porque  $p < 0,001$  em todos os momentos (teste Q Cochran) e por fim no grupo TotalFill rejeito 1ª hipótese nula porque  $p < 0,006$  em todos os momentos (teste Q Cochran).

Tabela 7 - Frequência da descoloração ( $\Delta E^* \geq 3,3$ ) ao longo do tempo

| Frequência da descoloração |    |    |      |     |      |         |
|----------------------------|----|----|------|-----|------|---------|
|                            | t0 | t1 | t24h | t7d | t30d | p       |
| Grupo 1:<br>Controlo       | 0  | 9  | 5    | 10  | 9    | <0,001* |
| Grupo 2:<br>MTA            | 0  | 6  | 6    | 10  | 10   | <0,001* |
| Grupo 3:<br>Biodentine     | 0  | 10 | 8    | 7   | 7    | 0,001*  |
| Grupo 4:<br>TotalFill      | 0  | 8  | 5    | 7   | 6    | 0,006*  |
| Total                      | 44 | 33 | 24   | 34  | 32   | <0,001* |

De seguida pretende-se testar se existem diferenças na descoloração nos 4 grupos experimentais Controlo, MTA, Biodentine e TotalFill para cada intervalo de tempo avaliado. As probabilidades de significância são apresentadas no quadro resumo que se segue (tabela 8).

Tabela 8 - probabilidades de significância da descoloração ( $\Delta E^* \geq 3,3$ ) entre os grupos experimentais ao longo do tempo

|                        | N  | $\Delta E$ 0_1<br>p | $\Delta E$ 1_24h<br>p | $\Delta E$ 24h-7d<br>p | $\Delta E$ 7d_30d<br>p |
|------------------------|----|---------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Grupo 1:<br>Controlo   | 11 | 0,075               | 0,779                 | 0,611                  | 0,779                  |
| Grupo 2:<br>MTA        | 11 |                     |                       |                        |                        |
| Grupo 3:<br>Biodentine | 11 |                     |                       |                        |                        |
| Grupo 4:<br>TotalFill  | 11 |                     |                       |                        |                        |
| Total                  | 44 |                     |                       |                        |                        |

Os valores de p são para todos os intervalos de tempo (t0-t1; t1-t24h; t24h-t7d; t7d-t30d) superiores a 0,05, o que nos permite concluir que aceite 2ª hipótese nula, para cada momento a distribuição do  $\Delta E$  é idêntica nos grupos experimentais para os referidos tempos.

Por fim, pretende-se testar se ocorreu uma alteração significativa na descoloração nos diferentes grupos experimentais, grupo Controlo, MTA, Biodentine e TotalFill para cada intervalo de tempo avaliado. As probabilidades de significância são apresentadas no quadro resumo abaixo (ver tabela 9).

Tabela 9 - Probabilidade de significância da variação da descoloração ( $\Delta E^* \geq 3,3$ ) dos diferentes grupos experimentais ao longo do tempo.

| Grupos                 | p      |
|------------------------|--------|
| Grupo 1:<br>Controlo   | 0,409  |
| Grupo 2:<br>MTA        | 0,037* |
| Grupo 3:<br>Biodentine | 0,315  |
| Grupo 4:<br>TotalFill  | 0,210  |

Através da tabela 9 e gráfico 1, para o grupo de Controlo, é possível verificar que não ocorreu uma variação significativa na descoloração considerando os vários momentos t0-t1, t1-t24h, t24h-t7d, t7d-t30d (teste de Friedman). Logo aceita-se 3ª hipótese nula  $p=0,409$ , não se observando uma variação na descoloração no grupo Controlo ao longo do tempo anteriormente descrito.

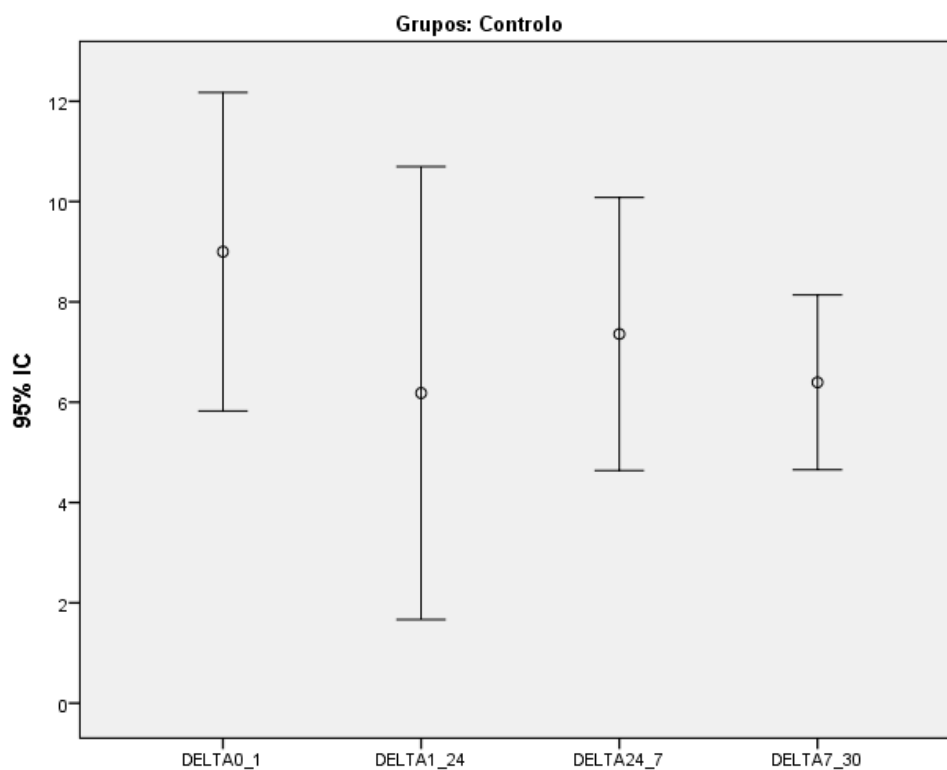


Gráfico 1 - Variação da descoloração do material experimental Controlo

A análise do gráfico permite concluir que as diferenças na descoloração não foram significativas nos diferentes momentos baseados nos intervalos de confiança a 95%.

Para o grupo MTA é possível observar através da tabela 9 e do gráfico 2 que ocorreu variação na descoloração ao longo do tempo pelo que rejeito 4ª hipótese nula  $p < 0,037$  considerando os 11 dentes, (teste de Friedman).

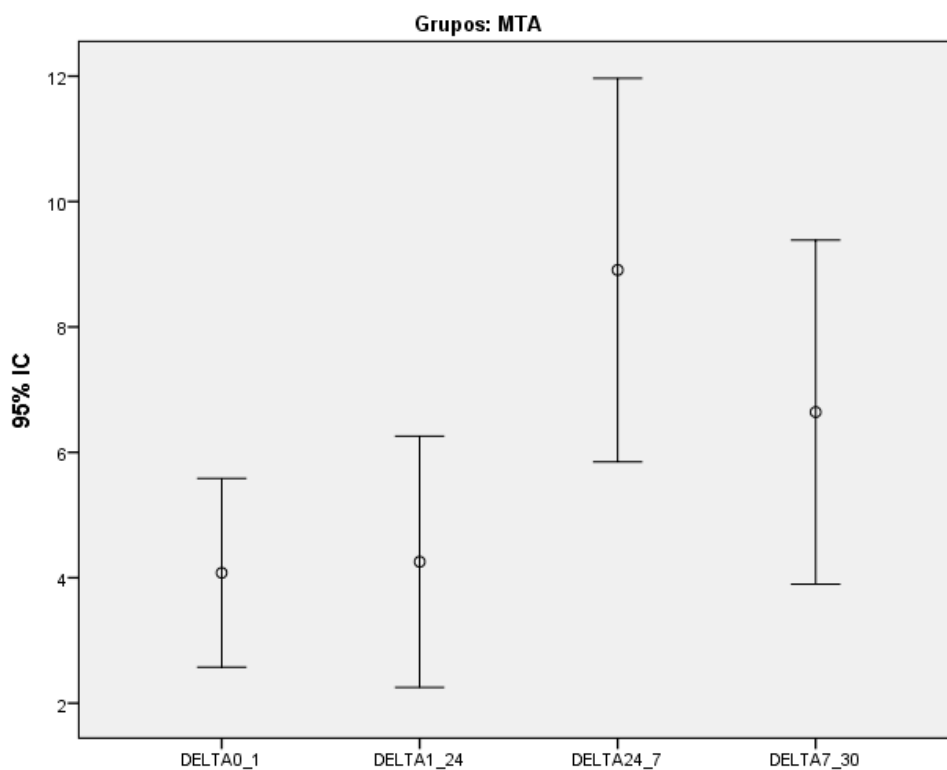


Gráfico 2 - Variação da descoloração do material experimental MTA

A análise do gráfico 2 permite concluir que as diferenças na descoloração foram significativas no momento Delta t0\_t1 e para o momento Delta t24h-t7d baseados nos intervalos de confiança a 95%.

Através da tabela 9 e gráfico 3, no grupo Biodentine, é possível concluir que não ocorreu uma variação significativa na descoloração  $p=0,315$  considerando os vários momentos  $t_0-t_1$ ,  $t_1-t_{24h}$ ,  $t_{24h}-t_{7d}$ ,  $t_{7d}-t_{30d}$  (teste de Friedman). Assim aceita-se 5ª hipótese nula, não se observando uma variação na descoloração no grupo Biodentine ao longo do tempo anteriormente descrito.

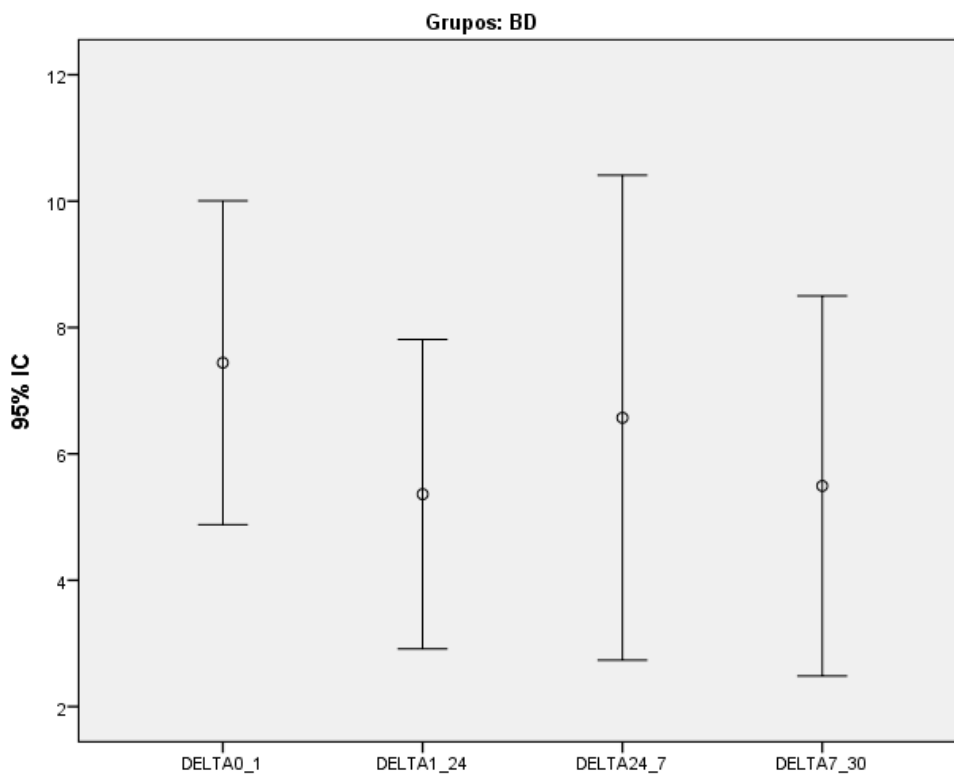


Gráfico 3 - Variação da descoloração do material experimental Biodentine (BD)

A análise do gráfico 3 permite concluir que as diferenças na descoloração não foram significativas nos diferentes momentos, baseados nos intervalos de confiança a 95%.

A partir da tabela 9 e gráfico 4, para o grupo TotalFill, é possível concluir que se aceita a 6ª hipótese nula, não ocorrendo uma variação significativa na descoloração  $p=0,210$  considerando os vários momentos  $t_0-t_1$ ,  $t_1-t_{24h}$ ,  $t_{24h}-t_{7d}$ ,  $t_{7d}-t_{30d}$  (teste de Friedman).

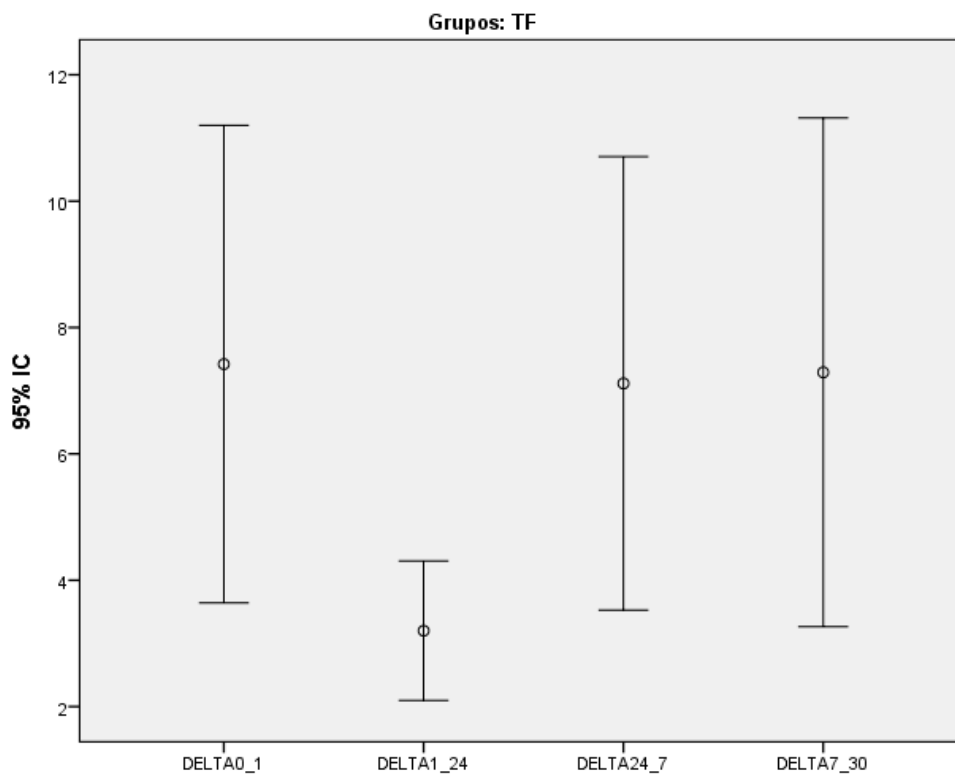


Gráfico 4 - Variação da descoloração do material experimental TotalFill (TF)

A análise do gráfico 4 permite concluir que as diferenças na descoloração não foram significativas nos diferentes momentos baseados nos intervalos de confiança a 95%.

No gráfico 5 verifica-se a descoloração dos quatro grupos experimentais, do momento t7d ao momento t30d, pelo que se reforça que ocorreu descoloração em todos os grupos experimentais. Esta descoloração é superior no grupo TotalFill ( $\Delta E = 7,29$ ), seguidamente no MTA ( $\Delta E = 6,64$ ), Controlo ( $\Delta E = 6,40$ ) e por fim Biodentine ( $\Delta E = 5,49$ ). No entanto, a nível estatístico considera-se uma descoloração idêntica entre os grupos experimentais ao longo do tempo.

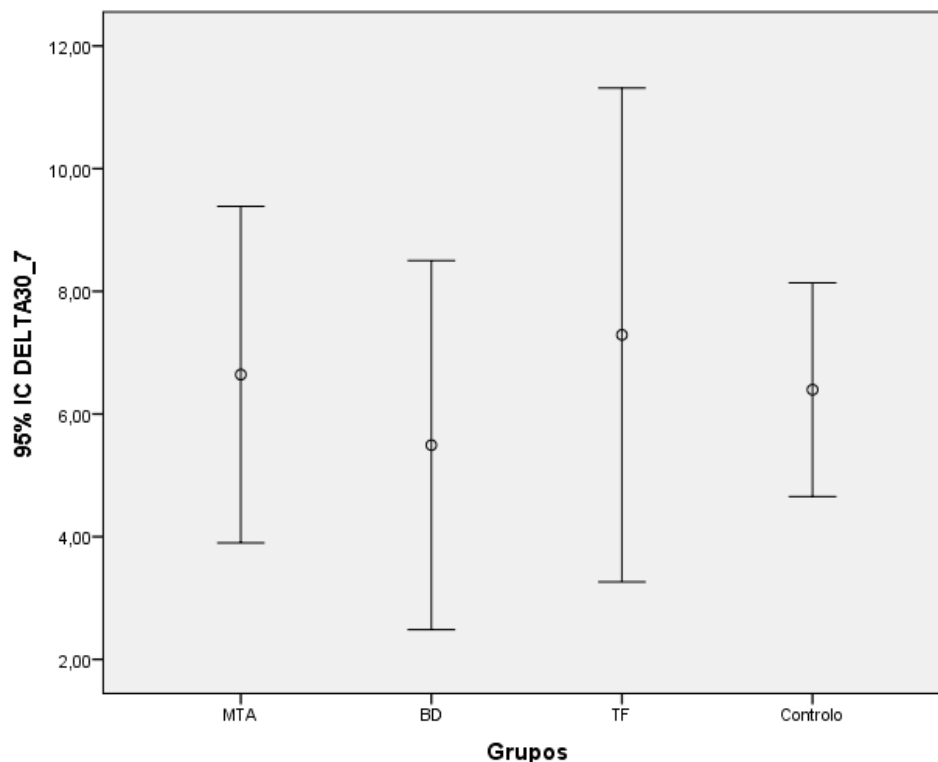


Gráfico 5 - Variação da descoloração do grupo MTA, Biodentine (BD), TotalFill (TF) e Controlo do momento t7d ao t30d

Pela análise do gráfico 6, no momento t0 para o momento t30d, podemos concluir que a média do parâmetro  $\Delta L^*$  foi sempre negativa, pelo que de grupo para grupo não há diferenças significativas. Contudo, baseado nos limites dos intervalos de confiança, no grupo experimental MTA e Controlo verifica-se que são sempre negativos, pelo que nestes dois grupos ocorreu um escurecimento considerável dos espécimes nos momentos referidos anteriormente.

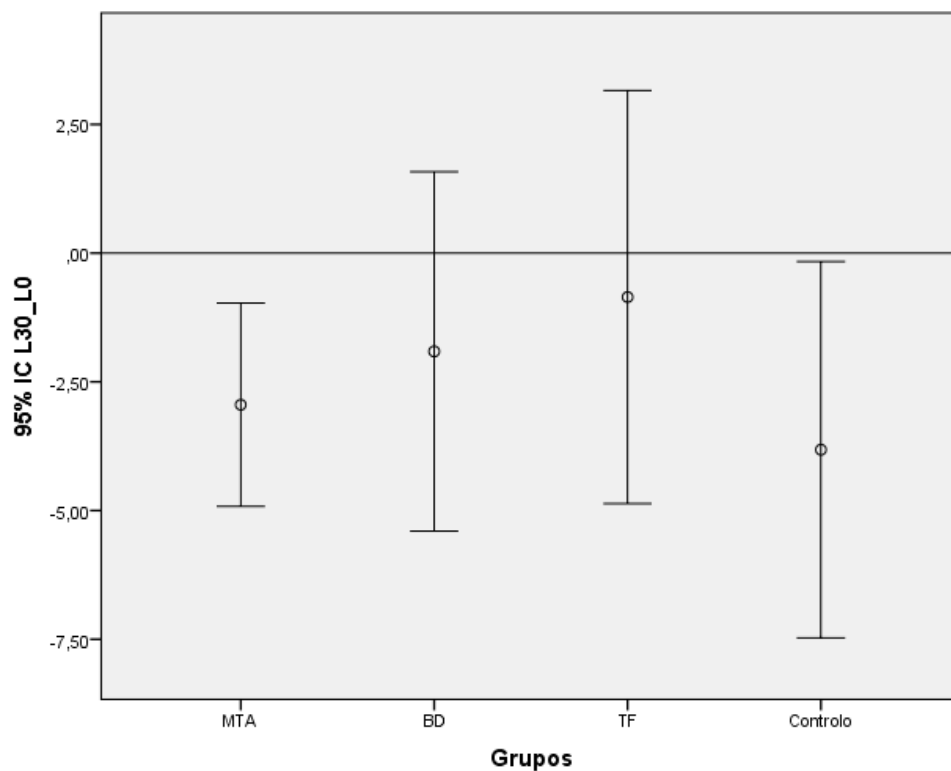


Gráfico 6 - Representação do parâmetro  $\Delta L^*$  do momento t0 ao t30d para o MTA, Biodentine (BD), TotalFill (TF) e Controlo



## V. DISCUSSÃO

Atualmente na nossa sociedade a estética tem uma influência preponderante no nosso cotidiano. Muitos dos materiais utilizados em procedimentos endodônticos levam à descoloração coronária afetando diretamente a estética individual.

Com o presente estudo *in-vitro* pretende-se avaliar a descoloração coronária induzida pelos materiais biocerâmicos White MTA ProRoot® (Dentsply), Biodentine™ (Septodont) e TotalFill® BC RRM™ Fast Set Putty e a sua variação ao longo do tempo.

No decorrer do estudo atual foram recolhidos quarenta e quatro dentes monoradiculares humanos e posteriormente armazenados em soro fisiológico. Realizou-se a secção da porção radicular de modo a que todos os dentes apresentassem o mesmo comprimento (10 mm), desde a JAC ao local seccionado (Kohli, Yamaguchi, Setzer, & Karabucak, 2015).

No grupo de controlo realizou-se uma abordagem por via retrógrada com a colocação de sangue de suíno por essa mesma via de modo a nenhum material influenciar a porção coronária.

Nos restantes grupos a estudar foi efetuada abertura coronária e de seguida instrumentação e irrigação. Após estes procedimentos, os mesmos foram preenchidos com sangue de suíno e divididos em três grupos experimentais (n=11) com posterior aplicação do material biocerâmico específico (MTA, Biodentine ou TotalFill) por cada um dos três grupos, excetuando o grupo de Controlo (Kohli et al., 2015).

De seguida colocou-se ionómero de vidro modificado por resina, o sistema adesivo e por fim o material restaurador definitivo (Beatty & Svec, 2015). Após este procedimento todos os dentes permaneceram numa estufa de incubação a 37°C e imersos em soro fisiológico (Kohli et al., 2015).

Foram efetuadas medições de cor nos tempos t0, t1, t24h, t7d e t30d através do *Spectroshade Micro Optic* (Beatty & Svec, 2015).

Na realização do presente estudo observou-se alguma dificuldade no manuseamento do material Biodentine, pelo que apresenta tempo de presa bastante rápido. O material biocerâmico que mais facilmente se colocou foi o TotalFill, no entanto o cimento biocerâmico MTA também se demonstrou de fácil aplicação.

Ao longo deste estudo e baseado em estudos anteriores, considerou-se que os dentes apresentavam descoloração quando  $\Delta E$  é superior ou igual a 3,3, sendo que neste caso já

se torna desagradável e intolerável a nível estético (Abu-Bakr et al., 2000; Ardu et al., 2010; Ruyter et al., 1987).

Constatou-se uma variação no número de dentes descolorados com exceção no grupo MTA. Porém, para os grupos Biodentine, TotalFill e Controlo desde o momento t0 ao momento t30d observou-se um ligeiro decréscimo na quantidade de dentes que anteriormente demonstraram descoloração. Este acontecimento corresponde ao “efeito rebound” (Beatty & Svec, 2015).

No decorrer da experiência e logo após a colocação do material em cada grupo experimental observou-se, no caso do grupo de Controlo, uma descoloração diferente dos restantes grupos. O grupo de Controlo desenvolveu uma descoloração rosa-avermelhada difusa no 1º dia aumentando gradualmente e invadindo cada vez mais a porção coronária dos dentes. Já em relação ao grupo MTA e TotalFill observou-se uma descoloração cinzenta clara que foi progredindo e intensificando-se cada vez mais, tanto ao nível da cor, como ao nível da área afectada. Por fim, no caso do grupo Biodentine constatou-se também uma descoloração cinzenta clara, mas de intensidade inferior em comparação com os restantes grupos.

Todos os grupos apresentaram descoloração ao longo do tempo  $p < 0,001$ , pelo que se rejeita 1ª hipótese nula, observando-se assim descoloração coronária nos diferentes grupos experimentais. A descoloração ( $\Delta E^* \geq 3,3$ ) no último intervalo de tempo [t7d-t30d] foi superior no grupo TotalFill, por sua vez no grupo MTA, de seguida no grupo Controlo e por fim no grupo Biodentine (ver tabela 6).

Apesar de se conseguir dispor os grupos hierarquicamente, desde o que mais descolorou ao que menos descolorou, estatisticamente todos demonstraram uma descoloração idêntica  $p < 0,05$ . Logo, aceita-se a 2ª hipótese nula, sendo que para cada momento a distribuição do  $\Delta E$  é idêntica nos diferentes grupos experimentais (ver tabela 8 e gráfico 5).

No grupo de Controlo,  $p = 0,409$  logo aceita-se a 3ª hipótese nula, não se observando uma variação na descoloração no grupo referido ao longo do tempo [t0-t1], [t1-t24h], [t24h-t7d] e [t7d-t30d] (ver tabela 9 e gráfico 1).

De todos os grupos foi o MTA que sofreu mais alterações na descoloração ao longo do tempo  $p < 0,037$ , pelo que se rejeita a 4ª hipótese nula, observando-se variação na descoloração no grupo mencionado, nomeadamente nos intervalos: [t0-t1] e [t24h-t7d] (ver tabela 9 e gráfico 2).

No caso do grupo Biodentine  $p= 0,315$  logo aceita-se a 5ª hipótese nula, não se observando uma variação na descoloração no grupo referido ao longo do tempo [t0-t1], [t1-t24h], [t24h-t7d] e [t7d-t30d] (ver tabela 9 e gráfico 3).

E por fim, no grupo TotalFill  $p= 0,210$  logo aceita-se a 6ª hipótese nula, não se observando uma variação na descoloração no grupo referido ao longo do tempo [t0-t1], [t1-t24h], [t24h-t7d] e [t7d-t30d] (ver tabela 9 e gráfico 4).

O parâmetro  $\Delta L$  do momento t0 ao momento t30d foi sempre negativo, não havendo diferenças significativas entre os quatro grupos experimentais. No entanto, os limites dos intervalos de confiança são sempre negativos para o grupo MTA e grupo Controlo. Assim sendo, verifica-se que nestes dois grupos ocorreu um escurecimento considerável dos espécimes (ver gráfico 6).

Uma das hipóteses para a descoloração do grupo de Controlo é o facto de possivelmente ocorrer infiltração de sangue e dos seus constituintes nos túbulos dentinários, principalmente glóbulos vermelhos. Estes sofrem hemólise ocorrendo a libertação de hemoglobina que se mistura com o tecido pulpar necrosado dando origem a um produto final - sulfureto de hidrogénio - que provoca uma descoloração cinzenta muito escura ou cinzenta-acastanhada ao nível da coroa (Marin, Bartold, & Heithersay, 1997; Plotino, Buono, Grande, Pameijer, & Somma, 2008; Watts & Addy, 2001).

Também o facto de se ter colocado o sangue por via retrógrada fez com que não fosse possível que este permanecesse sempre ao nível da JAC. Ou seja, todo o espaço da câmara pulpar e coroa ficaram preenchidos com sangue, o que não aconteceu nos restantes grupos. Será algo para melhorar num futuro trabalho.

Outro acontecimento que se observou ao longo deste estudo foi a descoloração coronária exacerbada devido à possível desidratação do dente, tendo-se verificado, que em alguns casos, dois a três minutos após a colocação do sangue e/ou material biocerâmico pode ter ocorrido uma maior absorção por parte dos túbulos dentinários. Por esta razão, para além de intensificar a descoloração, leva a crer que em alguns dentes o material não ficou realmente sobre o sangue. Num futuro estudo deve ter-se a preocupação em manter o dente em constante hidratação.

Quando um dente é sujeito a um trauma, seja iatrogénico, por cárie ou mesmo mecânico ocorre hemorragia pulpar existindo uma grande probabilidade de à posteriori observar-se descoloração coronária (Yoldaş, Bani, Atabek, & Bodur, 2016).

Outras causas intrínsecas que levam à descoloração coronária são: a necrose do tecido pulpar, a presença de remanescente pulpar após tratamento endodôntico,

determinados materiais utilizados em procedimentos endodônticos, reabsorção radicular e por fim o envelhecimento (idade) (Plotino et al., 2008).

Quando ocorre o contacto entre óxido de bismuto e hipoclorito de sódio observa-se uma reação e consequente alteração de cor (Camilleri, 2014).

O facto do grupo MTA apresentar descoloração pode ser devido ao óxido de bismuto que é adicionado no cimento de Portland de modo a conferir maior radiopacidade. (Lenherr et al., 2013; Marciano, Duarte, & Camilleri, 2015; Steffen & van Waes, 2009)

Segundo o estudo conduzido por Felman & Parashos (2013) o MTA branco contribuiu para a descoloração coronária e com a presença de constituintes sanguíneos há uma maior propensão de descoloração, contudo mais estudos serão necessários para averiguar os fatores que levam à descoloração coronária.

Uma das hipóteses da possível descoloração é o longo tempo de presa do MTA branco, podendo ocorrer neste processo a absorção e consequente hemólise dos eritrócitos provenientes do tecido adjacente (Felman & Parashos, 2013).

A razão pelo qual o material biocerâmico Biodentine apresenta menos descoloração (apesar de não ser estatisticamente significativa) em relação a outros materiais biocerâmicos, deve-se ao facto de tomar presa rapidamente, bloqueando assim a passagem de sangue para o resto das estruturas dentárias (Yoldaş et al., 2016).

Segundo um estudo realizado por Shokouhinejad, Nekoofar, Pirmoazen, Shamshiri, & Dummer (2016) verificou-se um aumento da descoloração induzida por vários materiais biocerâmicos após a colocação de sangue, sendo estes: MTA ProRoot, ERRM Putty, Biodentine e Ortho MTA.

Uma possível condicionante no presente estudo foi a reduzida amostra que por esta razão pode influenciar os resultados obtidos e ainda o facto da última medição ser realizada trinta dias após a colocação dos materiais, podendo ser insuficiente para observar possíveis variações na descoloração nos diferentes materiais ao longo do tempo.

### **V.1. Limitações do estudo:**

- No presente estudo a última medição foi realizada até um mês de incubação e após colocação dos materiais biocerâmicos.

- A amostra era de apenas 44 dentes monoradiculares humanos, pelo que se considera reduzida, podendo influenciar os resultados.

- No actual estudo a amostra contemplou dentes monoradiculares estando incluídos incisivos centrais, incisivos laterais, caninos e pré molares inferiores, o que pode explicar o facto de em cada grupo não se verificar normalidade ou homogeneidade entre as variâncias.

- Neste estudo utilizou-se sangue de suíno o que de alguma maneira pode ter influenciado, positiva ou negativamente, a descoloração.

### **V.2. Considerações finais para estudos futuros**

- Em estudos futuros as últimas medições devem ser realizadas até seis meses e um ano, de modo a verificar se ocorreu alguma variação da descoloração nos diferentes grupos experimentais.

- Será necessária uma amostra maior de modo a obtermos resultados mais precisos.

- É aconselhável num próximo estudo procurar uma amostra com uniformidade anatómica.

- Dividir a amostra em sete grupos experimentais (grupo de Controlo – apenas com sangue, grupo Biodentine + sangue, grupo MTA + sangue, grupo TotalFill + sangue, grupo apenas Biodentine, grupo apenas com MTA, grupo apenas com TotalFill).

- Por fim estudar também se a desidratação dos dentes poderá influenciar a descoloração dos mesmos após colocação de sangue e/ou material biocerâmico.



## VI. CONCLUSÕES

- Todos os grupos experimentais apresentaram descoloração coronária ao longo do tempo.
- A descoloração foi idêntica nos diferentes grupos experimentais ao longo do tempo.
- Dos quatro grupos experimentais o que mais variou, apesar de no final todos os grupos apresentarem descoloração idêntica, foi o grupo MTA nos intervalos de tempo [t0-t1] e [t24h-t7d].
- A média do parâmetro  $\Delta L$  foi idêntica ao longo do tempo nos quatro grupos experimentais, no entanto de acordo com os limites dos intervalos de confiança a 95% conclui-se que ocorreu um escurecimento significativo no grupo MTA e Controlo do momento t0 para o t30d.

Observou-se descoloração coronária em todos os grupos experimentais estudados. Esta descoloração foi devido ao uso de sangue de suíno e devido à colocação dos materiais biocerâmicos tendo em conta estudos anteriores.

Muitos materiais utilizados em procedimentos endodônticos levam à descoloração, pelo que temos de ter a preocupação de, previamente ao tratamento, avisar o paciente desta condicionante (Petrino et al., 2010).

Devemos ter sempre em consideração quais os tratamentos necessários que promovam uma resolução para os procedimentos endodônticos que à partida levam ao comprometimento da estética do indivíduo.



**VII. BIBLIOGRAFIA**

- Abu-Bakr, N., Han, L., Okamoto, A., & Iwaku, M. (2000). Color stability of compomer after immersion in various media. *J Esthet Dent*, 12(5), 258–263. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2000.tb00232.x>
- Ahmed, H. M. A., & Abbott, P. V. (2012). Discolouration potential of endodontic procedures and materials: A review. *International Endodontic Journal*, 45(10), 883–897. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2012.02071.x>
- Akhlaghi, N., & Khademi, A. (2015). Outcomes of vital pulp therapy in permanent teeth with different medicaments based on review of the literature. *Dent Res J (Isfahan)*, 12(5), 406–417.
- Ardu, S., Braut, V., Gutemberg, D., Krejci, I., Dietschi, D., & Feilzer, A. J. (2010). A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 41(8), 695–702.
- Asgary, S., Eghbal, M. J., Parirokh, M., Ghoddusi, J., Kheirieh, S., & Brink, F. (2009). Comparison of Mineral Trioxide Aggregate's Composition with Portland Cements and a New Endodontic Cement. *Journal of Endodontics*, 35(2), 243–250. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.10.026>
- Bakopoulou, A., & About, I. (2014). Biodentine™, a promising bioactive material for the preservation of. *International Dentistry – African Edition Vol. 4, No. 1*, 4(1).
- Beatty, H., & Svec, T. (2015). Quantifying Coronal Tooth Discoloration Caused by Biodentine and EndoSequence Root Repair Material. *Journal of Endodontics*, 41(12), 2036–2039. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.08.032>
- Belobrov, I., & Parashos, P. (2011). Treatment of tooth discoloration after the use of white mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 37(7), 1017–1020. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.04.003>

- Bergenholtz, G. (2004). Ontroversies in Endodontics, *15*(2), 99–114.
- Berk, H., & Krakow, A. A. (1972). A comparison of the management of pulpal pathosis in deciduous and permanent teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, *34*(6), 944–955. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(72\)90232-0](https://doi.org/10.1016/0030-4220(72)90232-0)
- Brannstrom, M., & Lind, P. O. (1965). Pulpal Response to Early Dental Caries. *Journal of Dental Research*, *44*(5), 1045–1050. <https://doi.org/10.1177/00220345650440050701>
- Caicedo, R., Abbott, P. V, Alongi, D. J., & Alarcon, M. Y. (2006). Clinical, radiographic and histological analysis of the effects of mineral trioxide aggregate used in direct pulp capping and pulpotomies of primary teeth. *Australian Dental Journal*, *51*(4), 297–305. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2006.tb00447.x>
- Çalışkan, M. K. (1995). Pulpotomy of carious vital teeth with periapical involvement. *International Endodontic Journal*, *28*(3), 172–176. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1995.tb00293.x>
- Camilleri, J. (2014). Color stability of white mineral trioxide aggregate in contact with hypochlorite solution. *Journal of Endodontics*, *40*(3), 436–440. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.09.040>
- Camilleri, J., Sorrentino, F., & Damidot, D. (2013). Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. *Dental Materials*, *29*(5), 580–593. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.03.007>
- Chang, J. Y., Chen, W. C., Huang, T. K., Wang, J. C., Fu, P. S., Chen, J. H., & Hung, C. C. (2015). Evaluation of the accuracy and limitations of three tooth-color measuring machines. *Journal of Dental Sciences*, *10*(1), 16–20. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2013.04.004>

- Chen, H., Huang, J., Dong, X., Qian, J., He, J., Qu, X., & Lu, E. (2012). A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, *43*(8), 649–59.
- Chu, S. J., Trushkowsky, R. D., & Paravina, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, *38*(SUPPL. 2), 2–16. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.07.001>
- Dammaschke, T., Leidinger, J., & Schäfer, E. (2010). Long-term evaluation of direct pulp capping-treatment outcomes over an average period of 6.1 years. *Clinical Oral Investigations*, *14*(5), 559–567. <https://doi.org/10.1007/s00784-009-0326-9>
- Feigin, K., & Shope, B. (2017). Regenerative Endodontics. *Journal of Veterinary Dentistry*, *34*(3), 161–178. <https://doi.org/10.1177/0898756417722022>
- Felman, D., & Parashos, P. (2013). Coronal tooth discoloration and white mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, *39*(4), 484–487. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.11.053>
- FKG. (n.d.). TotalFill Bioceramic Root Repair Material Instructions for Use.
- Funteas, U. R., Wallace, J. a., & Fochtman, E. W. (2003). A comparative analysis of Mineral Trioxide Aggregate and Portland cement. *Australian Endodontic Journal : The Journal of the Australian Society of Endodontology Inc*, *29*(1), 43–44. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2003.tb00498.x>
- Gandolfi, M. G., Spagnuolo, G., Siboni, F., Procino, A., Riviaccio, V., Pelliccioni, G. A., ... Rengo, S. (2015). Calcium silicate/calcium phosphate biphasic cements for vital pulp therapy: chemical-physical properties and human pulp cells response. *Clinical Oral Investigations*, *19*(8), 2075–2089. <https://doi.org/10.1007/s00784-015-1443-2>

- Gegauff, A. G., Rosenstiel, S. F., Langhout, K. J., & Johnston, W. M. (1993). Evaluating tooth color change from carbamide peroxide gel. *Journal of the American Dental Association* (1939), 124(6), 65–72. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1993.0143>
- Goodacre, C. J., & Sagel, P. a. (2011). *Dental esthetics in practice: Understanding Color & Shade Selection*.
- Han, L., & Okiji, T. (2011). Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine. *International Endodontic Journal*, 44(12), 1081–1087. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01924.x>
- Hargreaves, K. M., Cohen, S., & Berman, L. (2011). *Cohen's Pathways of the Pulp* (10th ed.). St. Louis: Mosby Year Book.
- Hargreaves, K. M., Giesler, T., Henry, M., & Wang, Y. (2008). Regeneration Potential of the Young Permanent Tooth: What Does the Future Hold? *Journal of Endodontics*, 34(7 SUPPL.), 51–56. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.02.032>
- Hegde, A., & Naik, S. (2005). Mineral trioxide aggregate as a pulpotomy agent in primary molars: An in vivo study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 23(1), 13. <https://doi.org/10.4103/0970-4388.16020>
- Ivan, R., & Rade, P. (2009). Color measuring instruments, 925–932.
- Jitaru, S., Hodisan, I., Timis, L., Lucian, A., & Bud, M. (2016). The Use of Bioceramics in Endodontics - Literature Review. *Clujul Medical*, 89(4), 470. <https://doi.org/10.15386/cjmed-612>
- Kahler, B., Mistry, S., Moule, A., Ringsmuth, A. K., Case, P., Thomson, A., & Holcombe, T. (2014). Revascularization outcomes: A prospective analysis of 16 consecutive cases. *Journal of Endodontics*, 40(3), 333–338. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.10.032>

- Karabucak, B., Li, D., Lim, J., & Iqbal, M. (2005). Vital pulp therapy with mineral trioxide aggregate. *Dental Traumatology*, 21(4), 240–243. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2005.00306.x>
- Keyes, P. H. (1960). The infectious and transmissible nature of experimental dental caries. Findings and implications. *Archives of Oral Biology*, 1(1), 304–320. [https://doi.org/10.1016/0003-9969\(60\)90091-1](https://doi.org/10.1016/0003-9969(60)90091-1)
- Khurana, R., Tredwin, C. J., Weisbloom, M., & Moles, D. R. (2007). A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *British Dental Journal*, 203(12), 675–680. <https://doi.org/10.1038/bdj.2007.1108>
- Kielbassa, A. M., Beheim-Schwarzbach, N. J., Neumann, K., nat, rer, & Zantner, C. (2009). In vitro comparison of visual and computer-aided pre- and post-tooth shade determination using various home bleaching procedures. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 101(2), 92–100. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(09\)60001-9](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(09)60001-9)
- Kim-Pusateri, S., Brewer, J. D., Davis, E. L., & Wee, A. G. (2009). Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 101(3), 193–199. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(09\)60028-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(09)60028-7)
- Kim, J. H., Kim, Y., Shin, S. J., Park, J. W., & Jung, I. Y. (2010). Tooth discoloration of immature permanent incisor associated with triple antibiotic therapy: A case report. *Journal of Endodontics*, 36(6), 1086–1091. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.03.031>
- Kohli, M. R., Yamaguchi, M., Setzer, F. C., & Karabucak, B. (2015). Spectrophotometric analysis of coronal tooth discoloration induced by various bioceramic cements and other endodontic materials. *Journal of Endodontics*, 41(11), 1862–1866. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.07.003>
- Kortsmit, W. J. P. M., & Borsboom, P. C. F. (1990). A comparison quantification of new and conventional of tooth color, 155–162.

- Lagouvardos, P. E., Fougia, A. G., Diamantopoulou, S. A., & Polyzois, G. L. (2009). Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *101*(1), 40–5. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(08\)60289-9](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(08)60289-9)
- Lee, S. J., Monsef, M., & Torabinejad, M. (1993). Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *Journal of Endodontics*, *19*(11), 541–544. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81282-3](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81282-3)
- Lenherr, P., Allgayer, N., Filippi, A., Taneja, P., Weiger, R., & Krastl, G. (2013). Tooth discoloration induced by endodontic materials: A literature review. *Dental Traumatology*, *29*(1), 2–7. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2012.01141.x>
- Madfa, A. A., Al-Sanabani, F. A., & Al-Qudami Al-Kudami, N. H. (2014). Endodontic Repair Filling Materials: A Review Article. *British Journal of Medicine & Medical Research*, *4*(416), 3059–3079.
- Marciano, M. A., Duarte, M. A. H., & Camilleri, J. (2015). Dental discoloration caused by bismuth oxide in MTA in the presence of sodium hypochlorite. *Clinical Oral Investigations*, *19*(9), 2201–2209. <https://doi.org/10.1007/s00784-015-1466-8>
- Marin, P. D., Bartold, P. M., & Heithersay, G. S. (1997). Tooth discoloration by blood: an in vitro histochemical study. *Dental Traumatology*, *13*(3), 132–138. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1997.tb00026.x>
- Miyashita, H., Worthington, H. V., Qualtrough, A., & Plasschaert, A. (2016). Pulp management for caries in adults: Maintaining pulp vitality. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2016*(11). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004484.pub3>
- Murray, P. E., Garcia-Godoy, F., & Hargreaves, K. M. (2007). Regenerative Endodontics: A Review of Current Status and a Call for Action. *Journal of Endodontics*, *33*(4), 377–390. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.09.013>

- Namour, M., & Theys, S. (2014). Pulp revascularization of immature permanent teeth: A review of the literature and a proposal of a new clinical protocol. *Scientific World Journal*, 2014(i). <https://doi.org/10.1155/2014/737503>
- Nosrat, A., Homayounfar, N., & Oloomi, K. (2012). Drawbacks and unfavorable outcomes of regenerative endodontic treatments of necrotic immature teeth: A literature review and report of a case. *Journal of Endodontics*, 38(10), 1428–1434. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.06.025>
- Nygaard-Östby, B. (1961). The role of the blood clot in endodontic therapy. An experimental histologic study. *Acta Odontologica Scandinavica*, 19, 324–353.
- Nygaard-Östby, B., & Hjortdal, O. (1971). Tissue formation in the root canal following pulp removal. *European Journal of Oral Sciences*, 79(3), 333–349. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1971.tb02019.x>
- Orland, F. J., Blayney, J. R., Harrison, R. W., Reyniers, J. A., Trexler, P. C., Ervin, R. F., ... Wagner, M. (1955). Experimental caries in germfree rats inoculated with enterococci. *The Journal of the American Dental Association*, 50(3), 259–272. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1955.0061>
- Parirokh, M., & Torabinejad, M. (2010). Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review-Part III: Clinical Applications, Drawbacks, and Mechanism of Action. *Journal of Endodontics*, 36(3), 400–413. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.009>
- Parirokh, M., Torabinejad, M., & Dummer, P. M. H. (2017). Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: An updated overview- Part I: Vital pulp therapy. *International Endodontic Journal*, 38(1). <https://doi.org/10.1111/iej.12841>
- Paul, S., Peter, A., Pietrobon, N., & Hämmerle, C. H. F. (2002). Visual and Spectrophotometric Shade Analysis of Human Teeth. *Journal of Dental Research*, 81(8), 578–582. <https://doi.org/10.1177/154405910208100815>

- Petersen, P. E. (2003). The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century-the approach of the WHO Global Oral Health Programme. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 31, 3–24. <https://doi.org/10.1046/j..2003.com122.x>
- Petrino, J. A., Boda, K. K., Shambarger, S., Bowles, W. R., & McClanahan, S. B. (2010). Challenges in Regenerative Endodontics: A Case Series. *Journal of Endodontics*, 36(3), 536–541. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.10.006>
- Plotino, G., Buono, L., Grande, N. M., Pameijer, C. H., & Somma, F. (2008). Nonvital Tooth Bleaching: A Review of the Literature and Clinical Procedures. *Journal of Endodontics*, 34(4), 394–407. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.12.020>
- Reynolds, K., Johnson, J. D., & Cohenca, N. (2009). Pulp revascularization of necrotic bilateral bicuspid using a modified novel technique to eliminate potential coronal discoloration: A case report. *International Endodontic Journal*, 42(1), 84–92. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01467.x>
- Russell, M. D., Gulfranz, M., & Moss, B. W. (2000). In vivo measurement of colour changes in natural teeth. *Journal of Oral Rehabilitation*, (1972), 786–792.
- Ruyter, I., Nilner, K., & Moiler, B. (1987). Color stability .of dental composite resin materials for crown and bridge veneers, 246–251.
- Sarafianou, A., Kamposiora, P., Papavasiliou, G., & Goula, H. (2012). Matching repeatability and interdevice agreement of 2 intraoral spectrophotometers. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 107(3), 178–185. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(12\)60053-5](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(12)60053-5)
- Schwartz, R. S., Mager, M., Clement, D. J., & Walker, W. A. (1999). Mineral Trioxide Aggregate: a New Material for Endodontics. *The Journal of the American Dental Association*, 130(7), 967–975. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1999.0337>

- Shokouhinejad, N., Nekoofar, M. H., Pirmoazen, S., Shamshiri, A. R., & Dummer, P. M. H. (2016). Evaluation and Comparison of Occurrence of Tooth Discoloration after the Application of Various Calcium Silicate-based Cements: An Ex Vivo Study. *Journal of Endodontics*, 42(1), 140–144. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.08.034>
- Smith, A. J., Cassidy, N., Perry, H., Begue-Kirn, C., Ruch, J. V., & Lesot, H. (1995). Reactionary dentinogenesis. *International Journal of Developmental Biology*, 39(1), 273–280. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2005.01585.x>
- Smith, A. J., Scheven, B. A., Takahashi, Y., Ferracane, J. L., Shelton, R. M., & Cooper, P. R. (2012). Dentine as a bioactive extracellular matrix. *Archives of Oral Biology*, 57(2), 109–121. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2011.07.008>
- Sorensen, J. A., & Torres, T. J. (1987). Improved color matching of metal ceramic restorations. Part II: Procedures for visual communication. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 58(6), 669–677. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(87\)90417-3](https://doi.org/10.1016/0022-3913(87)90417-3)
- Sproull, R. C. (1974). Color matching in dentistry. Part III. Color control. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 31(2), 146–154. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(74\)90049-3](https://doi.org/10.1016/0022-3913(74)90049-3)
- Steffen, R., & van Waes, H. (2009). Understanding mineral trioxide aggregate/Portland-cement: a review of literature and background factors. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 10(2), 93–97.
- Torabinejad, M., & Chivian, N. (1999). Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontia*, 25(3), 197–205. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(99\)80142-3](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(99)80142-3)
- Torabinejad, M., Corr, R., Buhrley, M., Wright, K., & Shabahang, S. (2011). An animal model to study regenerative endodontics. *Journal of Endodontics*, 37(2), 197–202. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.10.011>

- Trope, M., Bunes, a L. F., & Debelian, G. (2015). Root filling materials and techniques : bioceramics a new hope? *Endodontic Topics*, 86–96. <https://doi.org/10.1111/etp.12074>
- Ward, J. (2002). Vital pulp therapy in cariously exposed permanent teeth and its limitations. *Australian Endodontic Journal*, 28(1), 29–37. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2002.tb00364.x>
- Watts, A., & Addy, M. (2001). Tooth discolouration and staining: Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *British Dental Journal*, 190(6), 309–316. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4800959>
- Witherspoon, D. E. (2008). Vital Pulp Therapy with New Materials: New Directions and Treatment Perspectives-Permanent Teeth. *Journal of Endodontics*, 34(7 SUPPL.), 25–28. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.02.030>
- Yamanel, K., Caglar, A., Özcan, M., Gulsah, K., & Bagis, B. (2010). Assessment of color parameters of composite resin shade guides using digital imaging versus colorimeter. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 22(6), 379–388. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2010.00370.x>
- Yoldaş, S. E., Bani, M., Atabek, D., & Bodur, H. (2016). Comparison of the Potential Discoloration Effect of Bioaggregate, Biodentine, and White Mineral Trioxide Aggregate on Bovine Teeth: In Vitro Research. *Journal of Endodontics*, 42(12), 1815–1818. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.08.020>

## VIII. ANEXO

Anexo I – Parecer da Comissão de Ética do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz (ISCSEM).

Comissão de Ética



Proc. Interno nº 544

Ex.ma Senhora  
Joana Araújo Carvalho

Monte de Caparica, 15 de fevereiro de 2017.

Ex.ma Senhora,

Venho comunicar-lhe que o Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado "**Análise espectrofotométrica in vitro da descoloração coronária induzida por vários cimentos biocerâmicos**", foi aprovado por unanimidade.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz

Profª. Doutora Maria Fernanda de Mesquita

Anexo II – Declaração de Autorização da Direção Clínica da Clínica Dentária Universitária Egas Moniz para recolha de dentes do Banco de Dentes Humanos (BDH)



**Declaração da Direção Clínica para cedência de dentes do BDH para realização do trabalho de projeto final do Mestrado Integrado de Medicina Dentária**

Código | IMP.CDEM.04\_00

IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDANTE: Joana Anaíjo Carvalho

TÍTULO DO TRABALHO: Análise espectrofotométrica in vitro da descoloração coronária induzida por vários cimentos biocerâmicos

Excelentíssima Professora Doutora Fernanda de Mesquita – Presidente da Comissão de Ética,

O(a) aluno(a) Joana Anaíjo Carvalho pode utilizar dentes monoradiculares do Banco de Dentes Humanos (BDH) da Clínica Dentária Universitária Egas Moniz (CDUEM).

Aguardo a aprovação da Comissão Científica e da Comissão de Ética, para cedência dos dentes.

Atenciosamente, com os melhores cumprimentos

Monte da Caparica, 03/2 de 2017

Direção Clínica