

Relatório de Estágio
Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Uma revisão do Biodentine e do MTA na
Terapia Pulpar Vital

Pestana Marco¹

¹ Estudante do 5º ano do Mestrado Integrado de Medicina Dentária do Instituto Universitário Cespu

Dissertação apresentada no Instituto Universitário de Ciências da Saúde

Orientador: Prof. Doutor Paulo Manuel Cruz Miller

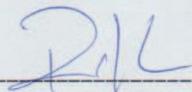
Aceitação do Orientador

DECLARAÇÃO

Eu, Paulo Miller, com a categoria profissional de Prof. Doutor do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, tendo assumido o papel de Orientador do Relatório Final de Estágio intitulado *"Uma revisão do Biodentine e do MTA na Terapia Pulpar Vital"* do Aluno do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, Marco Filipe Andrade Pestana declaro que sou de parecer favorável para que o Relatório Final de Estágio possa ser presente ao Júri para Admissão a provas conducentes à obtenção do Grau de Mestre.

Gandra, 05-07-2016

O Orientador



Agradecimentos

Este trabalho é o resultado de muito empenho desde o início. Quero manifestar o meu agradecimento a todos os que colaboraram nesta caminhada desde o início até o final.

Agradeço, acima de tudo, o apoio da minha Mãe, sem ela não seria possível atingir qualquer objetivo. Eternamente grato, este trabalho também é seu!

Ao meu pai, pelo exemplo de determinação que representou para mim, e valores de lealdade e honestidade que me foram transmitidos.

Ao Orientador, Prof. Doutor Paulo Miller pelo apoio prestado no decurso da elaboração do trabalho, mas também pela aprendizagem ao longo do ano na disciplina de Conservadora, em que a disponibilidade foi constante representando uma fonte de motivação.

À Susana Fonte pelo apoio, amizade e lealdade ao longo do curso.

Aos amigos da “Casa do Povo”, que foram uma grande experiência de amizade que perdurará para sempre, e também pelo apoio ao longo do curso.

À Daniela, minha namorada, por todo o apoio e pela paciência de ter alguém a seu lado em estudo constante. Obrigado.

Ao Dr. Mário Morais de Castro, Dr. Lino Couto e Dr. Énio Pólvora, pela disponibilidade imediata na partilha de conhecimentos na prática clínica médico-dentária.

Não posso deixar de mencionar o Bruno e Angelina, pelo incentivo inicial a abraçar o desafio deste curso e aos meus tios, João e Carmita, sempre presentes ao longo do meu percurso académico.

Ao Luís Nuno, amigo de longa data, pelo companheirismo demonstrado numa fase inicial importante.

RESUMO

Introdução: A terapia pulpar vital (TPV) é um tratamento biológico conservador que tem como objetivo manter a vitalidade da polpa em dentes permanentes vitais. Os procedimentos incluem a remoção dos irritantes locais e a colocação de um material protetor direta ou indiretamente sobre a polpa. O objetivo final da terapia pulpar (TP) será a cura da polpa lesada ou evitar a agressão da mesma. Diversos materiais estão disponíveis para o tratamento de lesões de esmalte bem como lesões de dentina profunda. O Biodentine e o MTA são dois destes materiais que têm suscitado interesse na TP. Deste modo o objetivo deste trabalho será compreender as propriedades dos dois materiais e de que forma se enquadram na TP analisando as suas vantagens e desvantagens, baseando-se na literatura mais recente.

Métodos: Tempo de endurecimento, resistência à compressão, micro dureza, força de adesão, porosidade e microinfiltração, radiopacidade, solubilidade, micro infiltração, descoloração, resistência á lavagem e biocompatibilidade dos materiais foram analisados através da pesquisa de artigos recentes sobre as características dos dois materiais através do Pubmed e do Jornal Internacional de Endodontia.

Palavras-chaves: Biodentine, MTA, Pulp therapy, Pulp capping, dentine materials.

ABSTRACT

Vital pulp therapy (VPT) is a conservative biologic treatment which has the purpose to maintain the vitality of the pulp in permanent vital teeth. The procedures include the removal of the local irritants and the placement of a protector material directly or indirectly at the pulp. The final goal of vital pulp therapy is the cure of the injured pulp or avoid a possible attack. Several materials are available in the treatment of the enamel and dentin lesions. Biodentine and MTA are two of these that have raised interest in VPT. Thus, it is intended with this work to understand the properties of the two materials, and how they fit in VPT, analysing its advantages and disadvantages, based on most recent literature. **Methods:** Setting time, compressive strength, micro hardness, adhesion strength, porosity and microleakage, radiopacity, solubility, microleakage, discoloration, wash resistance and biocompatibility of materials were analyzed by recent research articles on the characteristics of the two materials through Pubmed and the International Endodontic Journal.

Palavras-chaves: Biodentine, MTA, Pulp therapy, Pulp capping, dentine materials.

Índice

Resumo	ii
Abstract.....	iii
Capítulo I – Desenvolvimento da Fundamentação Teórica.....	1
1. Introdução.....	1
1.1 O complexo Dentino Pulpar	1
A dentina	1
Polpa dentária	2
Causas de lesão do complexo dentinopulpar.....	2
Terapia pulpar vital (TPV)	3
Materiais protetores	3
2. Objetivo	4
3. Materiais e Métodos	4
4. Discussão.....	4
4.1 Características físico-químicas do MTA e do Biodentine.....	5
4.1.1 Tempo de endurecimento	5
4.1.2 Resistência à compressão	6
4.1.3 Micro dureza.....	7
4.1.4 Força de adesão	8
4.1.5 Porosidade e microinfiltração.....	9
4.1.6 Radiopacidade	10
4.1.7 Solubilidade.....	11
4.1.8 Micro Inifltração.....	12
4.1.9 Descoloração	12

4.1.10 Washout Resistance / Resistência à lavagem	13
4.2 Biocompatibilidade.....	13
4.3 Aplicações do Biodentine e MTA	16
5. Conclusão	17
6. Bibliografia.....	18
7. Anexos.....	23
CAPÍTULO II.....	24
1. Estágio em Clínica Geral Dentária:.....	1
2. Estágio em Clínica Hospitalar	1
3. Estágio em Saúde Oral e Comunitária.....	2

CAPÍTULO I – DESENVOLVIMENTO DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1. INTRODUÇÃO

1.1 O COMPLEXO DENTINO PULPAR

A dentina

Constitui a maior parte das estruturas do dente. O principal componente da sua porção inorgânica é a hidroxiapatita, e o colagénio constitui cerca de 90% de sua porção orgânica (1). A superfície dentinária é bastante permeável às substâncias químicas, especialmente aos ácidos (2). Devido à sua natureza peritubular, estímulos químicos podem alcançar rapidamente a polpa. Estes canalículos variam em número dependendo da região, e quanto mais próximo à polpa maior o número destes túbulos dentinários (3). Esta variação do tamanho dos túbulos consoante a região da dentina são importantes na patogénese da inflamação pulpar (2). Na periferia devido à maior mineralização, a dentina é denominada peritubular e apresenta-se mais radiopaca. A dentina intertubular corresponde à maior parte da dentina e possui estrias com certo espaçamento que lhe são peculiares (3). Ao longo da vida a dentina sofre transformações, particularmente a dentina peritubular. Estas alterações fazem com que os canalículos diminuam e fiquem parcialmente ou completamente obstruídos, esta dentina alterada denomina-se dentina esclerosada fisiológica. Em caso de cárie, este processo acelera e a dentina denomina-se esclerosada reacional (3). De acordo com suas características morfofisiológicas a dentina é primária quando é normal, regular, a maior parte formada antes da irrupção do dente, secundária quando se forma devido a estímulos de baixa densidade decorrente da função biológica normal, e terciária ou reparadora quando existem irritações pulpares mais intensas como cárie, preparo cavitário, erosão, abrasão, irritações mecânicas, químicas, elétricas e outras (3).

Polpa dentária

Tecido altamente especializado, a polpa é ricamente inervada, vascularizada sendo responsável pela vitalidade do dente (3). Tem como principais funções produzir dentina, proporcionar nutrição á dentina através dos prolongamentos dos odontoblastos e exerce também função de proteção ao dente, que se manifesta através da dor, de defesa através do esclerosamento dos túbulos dentinários e da formação de dentina terciária. Formada pela câmara pulpar e pelos canais radiculares, está intimamente relacionada com o sistema circulatório e tecidos periapicais através do feixe vasculonervoso que entra e sai dos forâmens. É constituída por quatro camadas principais, a saber: a camada de odontoblastos, zona acelular de weil, zona rica celular e a camada pulpar propriamente dita (3). Destes, destacam-se as células odontoblásticas que produzem dentina e encontram-se na região mais superficial da polpa intimamente ligados à pré dentina. Esta é uma camada de matriz orgânica constituída de fibras de colagénio e persursora da dentina calcificada. (3) A relação da polpa com a dentina é representada pelos odontoblastos pois estes estão constantemente ligados aos canalículos, portanto polpa e dentina não podem ser consideradas separadamente. A mínima intervenção nas porções mais superiores de dentina é, imediatamente percebida pelo tecido pulpar e uma resposta será desencadeada. (3)

Causas de lesão do complexo dentinopulpar

A cárie dentária, o preparo cavitário e a citotoxicidade dos próprios materiais restauradores podem afetar o complexo dentinopulpar (4). A cárie dentária através dos produtos metabólicos resultantes da atividade bacteriana provocam reação severa da polpa. (5) A avaliação do grau de progressão da lesão é importante para que se possa iniciar um tratamento adequado pois assim que se instale um processo carioso ocorrem modificações nas estruturas do dente, inclusive no tecido pulpar (3). A proximidade de uma lesão cariiosa à polpa também é de grande importância pois a quantidade de dentina subjacente será determinante para a proteção do complexo dentinopulpar (3). O preparo cavitário pode também causar lesão devido ao calor friccional gerados da dessecação prolongada e das vibrações mecânicas produzidas inadvertidamente pelos instrumentos rotatórios.

Terapia pulpar vital (TPV)

A TPV é definida como o tratamento iniciado para preservar e manter o tecido pulpar num estado saudável, tecido este que foi comprometido por cárie, trauma dentário, ou procedimentos restauradores (4). O objetivo tem como função estimular a formação de dentina reparativa (4). Isto é particularmente importante em dentes jovens adultos e quando a maturação não está completa (4). A TPV é indicada em casos em que seja qual for o remanescente pulpar, este manifeste pulpíte reversível e que possa induzir produção de uma barreira reparativa que proteja o tecido contra as bactérias e seus agentes. (4) Estudos recentes mostram que dentes endodunciados com acabamento em restaurações e núcleos mostraram menor longevidade do que dentes com polpas vitais (5).

Materiais protetores

Os agentes protetores protegem o complexo dentinopulpar. Estes materiais colocados a várias profundidades na dentina podem induzir uma resposta pulpar. A compatibilidade biológica dos materiais restauradores com os tecidos dentinários deve prevalecer sobre quaisquer outras características. Durante muitos anos o hidróxido de cálcio foi o material mais utilizado e ainda hoje é popular no que respeita aos materiais protetores da vitalidade pulpar, porém dado o crescente interesse na manutenção da vitalidade pulpar, vários agentes têm surgido ao longo dos anos (4). Alguns dos materiais podem conter componentes tóxicos ou serem irritantes para a polpa, sendo que um material protetor poderá ser considerado ideal se for capaz de proteger o complexo dentino pulpar, ser útil como agente bactericida ou inibir a atividade bacteriana, esterilizando a dentina sadia e a afetada residual, aderir e libertar fluoretos á estrutura dentária, remineralizar a dentina descalcificada e/ou afetada, hipermineralizar a dentina sadia (esclerose dos túbulos dentinários), estimular a formação de dentina terciária ou reparadora nas lesões profundas ou exposições pulpares, ser biocompatível, manter a vitalidade pulpar, estimular a formação de nova dentina nas proteções diretas, indiretas e pulpotomias, evitar a infiltração de elementos tóxicos ou irritantes constituintes dos materiais restauradores e dos agentes cimentantes e aperfeiçoar o vedamento marginal das restaurações, evitando a infiltração de saliva e microrganismos pela interface parede cavitária/restauração. (6)

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é rever a literatura existente, tendo como tema o Desempenho do Biodentine e MTA na terapia pulpar vital ao longo dos anos, com maior ênfase na análise de estudos recentes.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa bibliográfica para esta revisão narrativa foi realizada tendo em conta as seguintes palavras-chave: Biodentine, MTA, Pulp therapy, Pulp capping, dentine materials. Desta pesquisa foram selecionados 55 artigos dos quais, dois deles, citações de livros académicos. A recolha de estudos efetuados nos últimos 15 anos é um dos critérios de inclusão para este estudo. A pesquisa foi efetuada em dois idiomas, nomeadamente Português e Inglês nas bases de dados Pubmed e International Endodontic Journal bem como na Biblioteca do IUCS onde foram analisados livros da área em questão.

4. DISCUSSÃO

Mineral Trióxido agregado

Mineral trióxido agregado (MTA) é um material endodôntico com base em silicato de cálcio que foi desenvolvido pela modificação do Cimento de Portland (5). É hoje considerado um material aceite e promissor para vários tratamentos tais como: preenchimento do ápex, capeamentos pulpares diretos, reparação de perfurações e como barreira apical para dentes com polpas necrosadas bem como ápexes abertos (6). O material exibe grande biocompatibilidade e forma uma barreira de tecido protetor (6). Além disso o MTA demonstrou sucesso clínico e radiográfico quando utilizado em capeamentos pulpares ou pulpotomias (7). O material consiste num pó que contém finas partículas hidrofílicas e os seus principais componentes são o silicato de tricálcio, aluminato de tricálcio, óxido tricálcio,

óxido de silicato e óxido de bismuto (7). Para que faça efeito, o MTA deve ser misturado em água. Se o MTA entrar em contato com os fluidos dentinários, o óxido de cálcio converte-se em hidróxido de cálcio o que desencadeia uma série de eventos benéficos para o complexo dentinopulpar (8). No entanto o MTA apresenta certas limitações como por exemplo dificuldades de manuseamento, um longo tempo de endurecimento e potencial para descoloração, bem como limitações quanto à resistência à compressão após acondicionamento ácido (7).

Biodentine™

Recentemente um novo cimento foi lançado no mercado, o bioativo silicato de cálcio, Biodentine (Septodont, St Maur-des-Fossés, France) (8). Biodentine consiste num pó encapsulado e um líquido numa pipeta. O pó contém maioritariamente tricálcio e silicato de cálcio bem como carbonato de cálcio e dióxido de zircónio. O líquido contém cloreto de cálcio numa solução aquosa com uma mistura de policarboxilo (8). O pó é misturado com o líquido numa cápsula num triturador durante 30 segundos. Durante a fase de cimentação o hidróxido de cálcio é formado (9). Pode ser usado para o tratamento de perfurações em raízes e perfurações no chão da polpa, no tratamento de reabsorções internas e externas, no preenchimento do ápex, capeamentos pulpare e pulpotomias, bem como restaurações temporárias (9). O Biodentine não só é biocompatível, como também apresenta uma excelente estabilidade de cor, além de que o condicionamento ácido não afeta a resistência à compressão do material (7).

4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO MTA E DO BIODENTINE

4.1.1 Tempo de endurecimento

Segundo Allan et al, (9), o tempo de presa, ou tempo de endurecimento, é uma das prioridades a ter em conta num cimento protetor pois é o indicativo do intervalo de tempo disponível para a utilização do material após a manipulação do mesmo (10). Esta propriedade pode

sofrer interferência de fatores como temperatura, relação entre pó e líquido, granulometria, meio ambiente e pH (10). Este tempo não deve ser longo para não prejudicar a conduta clínica que pode provocar deterioração do cimento, favorecendo a penetração de agentes irritantes e a libertação de possíveis produtos tóxicos (10). O Biodentine e o MTA são compostos constituídos primariamente por silicato de tricálcio e óxido de zircônio. Não obstante, o Biodentine apresenta menor tempo de endurecimento do que o MTA (10). Segundo Kaup et al, (9) o tempo de presa final do Biodentine e do MTA é de 85.66 minutos e 228.44 respetivamente. De acordo com novo estudo (11), o MTA misturado com água destilada apresenta tempo de presa de 133.10 minutos. 45 Minutos foi o tempo de presa estimado para o Biodentine segundo Grech et al, (11). Segundo Nazya et al, o Biodentine e o MTA apresentam diferenças pouco significativas quanto ao tempo de presa inicial, 6,5 minutos e 8,5 minutos respetivamente (12). De notar a diferença entre tempo de presa inicial e final, pelo que, dependendo das propriedades dos materiais, o tempo de presa pode trazer benefícios enquanto o material endurece, como é o caso do MTA.

4.1.2 Resistência à compressão

Segundo Grech et al, (11) o Biodentine tem uma força de compressão de 67.18MPa enquanto Wen-Hsi Wang et al, afirmam que o MTA apresenta uma força de compressão de 28MPa quando misturado com água estéril (12). A força de compressão é uma das mais importantes características dos cimentos pois é com base nessa propriedade que um cimento irá suportar as forças mastigatórias (13). A força de compressão dos cimentos com base em silicato de cálcio deverá ser analisado em relação com o tempo, e em vários intervalos de tempo. Segundo Nazya et al, (14) o Biodentine apresenta uma força de compressão de 304.78MPa após 28 dias enquanto o MTA apresenta uma força de compressão de 76.82MPa. Segundo o mesmo estudo a força de compressão do Biodentine aproxima-se á da dentina natural (14).**Error! Bookmark not defined.** Segundo o folheto do produto, o MTA deve obedecer a quantidades exatas de manuseamento, nomeadamente na junção de água ao pó, e também no tempo de trabalho. O MTA deve permanecer húmido para que as suas propriedades não diminuam, como é o caso da resistência à compressão (14). Anushree Prasad et al, afirmam que o MTA apresenta uma resistência à compressão de 18.40MPa após um dia, contudo após

7 dias a força de compressão é de 36.24MPa quando misturado com água destilada (12). Amr M. Elnaghy afirma que o Biodentine apresenta maior resistência à compressão do que o MTA, mesmo após alterações de pH (13). Sara A Alsubait afirma que a força de compressão do Biodentine e MTA com acondicionamento ácido a 7 dias após a mistura inicial é de 107.6MPa e 90.1MPa respectivamente (7). Segundo o mesmo estudo, o acondicionamento ácido não afeta a resistência à compressão dos dois materiais, no entanto, a 24 horas após a mistura, a força de compressão é de 56.1MPa e 58.7MPa, portanto estes achados indicam que o adiamento do condicionamento ácido até 7 dias após a colocação do Biodentine é recomendado para reduzir a hipótese de diminuição das propriedades do material, nomeadamente, a resistência à compressão (7). Por outro lado, Josette Camilleri afirma que o Biodentine demonstrou alterações estruturais e químicas quando acondicionado com ácido fosfórico 37% (14). Para Kayaban et al, o Biodentine apresenta resistência à compressão significativamente maior que o MTA (15). Após o condicionamento ácido, os dois materiais apresentam uma pequena diminuição da sua resistência à compressão.

4.1.3 Micro dureza

Tabrizzadeh et al, realizaram um estudo interessante ao analisar as características do MTA nas mais diversas condições tendo concluído que a micro dureza do MTA não varia com o tempo ou com a humidade (16). Verificando que o MTA melhora as suas propriedades físicas com o tempo (17) Tabrizzadeh et al analisaram as propriedades do MTA após 21 dias, e não detetou diferenças significativas e concluiu que o MTA tem uma microdureza de 129.82 Kg/mm², cerca de 390 HV, e em contato com fluidos apicais, 122.15 Kg/mm² cerca de 370 HV. Já Grech et al, afirmam que o Biodentine tem uma microdureza de 48.4HV (11)^{Error!} **Bookmark not defined.** De acordo com Josette Camilleri a micro dureza do Biodentine antes do acondicionamento do ácido fosfórico a 35% é de 130HV, enquanto após o acondicionamento o valor diminui para 90HV. Para Amr M. Elnagby, o Biodentine apresenta micro dureza superior ao MTA, mesmo após alterações de PH, 58.9 e 44.4HV respectivamente (15). Para Kaup, no estudo *in vitro* entre Biodentine e MTA, a microdureza destes são 62.35HV e 26.93HV. Nota-se uma grande discrepância de valores de micro dureza nos estudos observados, no entanto o Biodentine prevalece no topo com valores superiores.

4.1.4 Força de adesão

Um material usado como base ou substituto de dentina deve fornecer uma vedação adequada, ser capaz de evitar fugas e manter-se no lugar sob forças de desalojamento, tais como pressões mastigatórias, aplicação de outro material restaurador bem como ser capaz de aderir à dentina. Assim, a resistência de união de materiais restauradores, ou força de adesão é um fator importante na prática clínica (18). Kaup et al, estudaram a força de adesão do Biodentine e do MTA em diferentes intervalos de tempo, 2 dias, 7 dias e 14 dias. A força de adesão do Biodentine foi sempre superior à do MTA. Os materiais foram mantidos a 37.5 graus a 100% de humidade, e após 2 dias a força de adesão do MTA era nula enquanto o biodentine apresentou uma força de adesão de 3.14MPa. Ao 14 dia o Biodentine sofreu uma mudança significativa da força de adesão para 9.34MPa, o mesmo aconteceu com o MTA, 4.96MPa (18) o que poderá indicar que uma restauração definitiva deverá ser feita após pelo menos 14 dias para uma adequada espera da maturação dos materiais. Tal evidência pode ser explicada devido ao tamanho das partículas do cimento de silicato de cálcio que por sua vez afeta a penetração do material nos túbulos dentinários formando tag-likes (18). Deepa et al, (19) que optou por estudar a força de adesão de três liners a uma resina composta concluiu que a força de adesão do Biodentine a uma resina composta é de 5.6MPa após 24 horas. Parece claro através de estudos recentes e das instruções dos fabricantes, que o Biodentine e o MTA deverão ser administrados em duas sessões, para que se possa obter as melhores propriedades possíveis dos materiais (20,21). Para além dos espaços, a porosidade é considerada um defeito ou desvantagem e pode adicionalmente agir como stress de contração do material, o que pode levar a resultados drásticos (22). Posto isto, e avaliando a utilidade dos dois materiais como substituto de dentina, CANTEKIN et al, estudou a força de adesão do Biodentine e MTA quando interligados a dois compósitos à base de resina e ionómero de vidro (20). Uma força de adesão entre 17 MPa a 20 MPa parece ser suficiente para resistir a forças de contração e produção de infiltrações nas margens de restaurações (23). No estudo realizado por CANTEKIN et al,, o biodentine interligado com compósito com base em metacrilato resultou numa maior força de adesão quando comparado com MTA, atingindo mesmo um valor ótimo, 17.7MPa e 8.9 MPa respetivamente após 96 horas. Já quando o biodentine e o MTA estão interligados a um compósito com base em silorano, o Biodentine

apresenta uma força de adesão de 8.0 MPa enquanto o MTA, 7.4MPa não se verificando uma diferença significativa (23).

4.1.5 Porosidade e microinfiltração

A porosidade é uma característica comum dos cimentos que ocorre resultado de espaços entre os grãos de cimento que não estão hidratados (21). À medida que o processo de hidratação progride os produtos hidratados preenchem esses espaços e reduzem a porosidade (24). Existem vários tipos de poros, a saber: os poros fechados, os poros cegos e os poros abertos, sendo estes últimos os que possibilitam a passagem de fluidos indesejáveis que penetram na dentina desprotegida (24). O MTA tem sido o material de eleição para perfurações radiculares mas também é muito usado na proteção pulpar, este material não dispõe de um vedamento hermético adequado e tem sido reportado que alguns fluidos trespassam o material (23). A causa principal destas falhas é devida aos diâmetros dos poros, que são diretamente proporcionais às falhas no vedamento conseqüentemente infiltração bacteriana (24). Segundo Camilleri et al, o Biodentine apresenta uma baixa percentagem de porosidade mas uma elevada área de porosidade. Segundo o mesmo estudo o Biodentine apresenta um diâmetro por poro cerca de $0.0121\mu\text{m}$, uma percentagem total de 13.44% e uma área total de poros de $24.321\text{ m}^2/\text{g}$. Este estudo foi realizado em duas condições experimentais diferentes, uma das quais em que os materiais foram armazenados em ambiente seco, enquanto os restantes foram armazenados em ambiente húmido, isto porque está documentado que certos materiais expressam melhor as suas características em ambientes húmidos ou secos. Materiais com base em silicato de tricálcio, como o Biodentine e o MTA possuem poros, estes que vão ser preenchidos por água em ambientes húmidos como por exemplo, em contacto com flúidos pulpares. Em caso de restaurações pré pulpares, capeamentos indiretos, estes materiais não estão em contacto com ambiente húmido, o que pode causar alterações nas suas propriedades (24). O MTA apresentou um diâmetro de poro entre os 0.01 e $0.05\mu\text{m}$. No entanto o Biodentine que apresenta menos porosidade que o MTA, exibiu “cracks” e encolhimento quando secou, sendo afetado devido às mudanças de ambiente. Segundo Marciano et al., o MTA apresenta um diâmetro por poro de $3.015\mu\text{m}$ e uma percentagem de porosidade de 24.41% (24). Formosa et al, avaliou o diâmetro de póro e a perentagem de porosidade do

MTA misturado com água após um dia e após 28 dias, sendo que com o passar do tempo o grau de porosidade bem como o diâmetro de poros diminuíram significativamente, $0.0693\mu\text{m}$ para $0.0301\mu\text{m}$ e 47.18% para 19.90%. Souza et al, estudaram a porosidade do MTA e Biodentine e chegou á conclusão que não há difreenças significativas nos dois materiais (25).

4.1.6 Radiopacidade

Segundo a American Dental Association, a radiopacidade de um material endodôntico deve possuir um grau capaz de distinguir o osso e a dentina (25). De acordo com a especificação um material deve ser pelo menos 2 mm de Alumínio mais radiopaco do que a dentina ou osso. Por outro lado a Organização Internacional da Standardização, ISO, 6876 estabeleceu 3mm de alumínio como o mínimo valor de radiopacidade requerido nos cimentos endodônticos (26). Oxido de bismuto é adicionado ao MTA como agente radiopaco enquanto oxido de zircônio é adicionado ao biodentine como agente radiopaco (27). No estudo de Kaup et al., a radiopacidade do MTA foi significativamente maior que o Biodentine 6.40 mm e 1.50 mm. O biodentine não está em acordo com a norma ISO 6876:2001 (9). Para Grech et al, o Biodentine apresentou radiopacidade de 4mm após 1 dia e 3.3mm após 28 dias (11). Yun-Chan Hwang et al, estudaram a radiopacidade de 3 materiais incluindo o MTA e concluíram que o MTA apresenta uma radiopacidade de 6.53 mm de alumínio (28). Jale Tanalp et al, comparou a radiopacidade do Biodentine com o MTA e mais uma vez concluiu dentro das limitações do estudo que o MTA tem uma radiopacidade maior que o Biodentine, 5,18mm e 2.80mm respetivamente (27).

Óxido bismuto e óxido de zircônio. Influência na biocompatibilidade

Alguns estudos mostram que o óxido de bismuto é tóxico para a polpa dentária enquanto outros demonstram que a adição de Bi_2O_3 altera as propriedades físicas do material (29). Alguns autores têm manifestado preocupação em relação aos agentes radiopacos que são adicionados aos cimentos relativamente à biocompatibilidade e às variações nas propriedades dos cimentos (30). Soares et al, estudaram o efeito do Bi_2O_3 no MTA e demonstraram que o Bi_2O_3 altera as propriedades físicas e químicas, sendo que partículas de

hidróxido de cálcio foram observadas no MTA sem o Bi_2O_3 e não com a presença do mesmo. Além disso o tempo de presa era menor sem o Bi_2O_3 , a microdureza maior sem o Bi_2O_3 mas similar força de compressão. Outros estudos apontam na mesma direção em relação ao tempo de endurecimento (29). O autor conclui que o Bi_2O_3 afeta a precipitação de hidróxido de cálcio o que pode interferir com a bioatividade do material. Por outro lado o óxido de zircônio é usado agente radiopaco no Biodentine e ao contrário do Bi_2O_3 , mostrou possuir biocompatibilidade sendo indicado como um material bio inerte com altas propriedades mecânicas e com resistência á corrosão (30)**Error! Bookmark not defined.** Li Xin et al, num estudo em que avaliou a adição de óxido de zircônio a várias percentagens ao biodentine concluiu que não só que as propriedades mecânicas não foram afetadas mas também que o óxido de zircônio melhorou a biocompatibilidade e outras propriedades chave do cimento, tais como a libertação de cálcio (31).

4.1.7 Solubilidade

Segundo a Associação Internacional da Standarização a perecentagem de solubilidade deve ser abaixo de 3% (32). A solubilidade de um material é definida pela quantidade do material que se dissolve numa certa percentagem de solvente. Kaup et al, estudaram a solubilidade do Biodentine comparado com o MTA em água destilada e numa solução tampão fosfato salino, para entender as vantagens bioativas dos componentes que são libertados dos dois materiais. Foi claro neste estudo que o MTA é praticamente insolúvel enquanto o Biodentine era significativamente mais solúvel que o MTA em qualquer intervalo de tempo registado passados 28 dias, 4.610% e 1.144% respetivamente. Por outro lado o facto de o Biodentine apresentar valores negativos apenas no 28 dia pode indicar uma maior libertação de iões de cálcio (9). Grech et al, estudou também a solubilidade do Biodentine e concluiu que os valores são negativos após 28 dias (-0.01) (11). Noutro estudo recente o MTA tinha uma solubilidade após 30 dias de 3.471% (33) Segundo Gandolfi et al, a solubilidade do MTA após a sua mistura é de 14.7% (34). Segundo Samiei et al, a solubilidade do MTA após 30 dias em água destilada é de 3.90%, mas a sua solubilidade em fluidos tecidulares e plasma artificial, com o objetivo de mimetizar o valor clínico, foi menor, (-80%). (34).

4.1.8 Micro Infiltração

A habilidade de selamento de um cimento é importante na terapia pulpar vital. Um cimento que não previna movimentos tecidulares pode comprometer o tratamento. Segundo Agrifioti et al, (35) o MTA apresenta maior selamento do que o Biodentine. Sinkar et al, por outro lado demonstraram através de um teste de absorção de corante que o Biodentine apresenta maior selamento que o MTA após 5 dias (36). O MTA tem um comportamento melhor com o tempo enquanto o Biodentine apresentou melhores resultados no início (37). Sinkar et al, por outro lado demonstraram através de um teste de absorção de corante que o Biodentine apresenta maior selamento que o MTA após 5 dias (36). Nazya et al, (13) concluiu que o Biodentine apresenta menor microinfiltração que o MTA em qualquer intervalo estudado, no entanto, após 12 semanas as diferenças são insignificantes, demonstrando mais uma vez que o MTA melhora as suas propriedades com o tempo. Por outro lado Camilleri et al, (15) concluíram que o Biodentine apresentou alterações com acondicionamento ácido, alterando também as suas propriedades de selamento. No entanto mais estudos serão necessários no futuro.

4.1.9 Descoloração

Quando um material é colocado em zonas potencialmente estéticas, a estabilidade da cor torna-se numa propriedade crítica. A descoloração do MTA tem sido reportada por isso torna-se importante avaliar esta característica nos materiais protetores pulpares. Marciano et al, no estudo sobre a descoloração do MTA após contacto com hipoclorito concluíram que o material sofre descoloração acima do clinicamente aceitável e não deve ser aplicado em contacto com o hipoclorito (37). Guimarães et al, estudou a descoloração do MTA em contacto com água destilada e com sangue e concluiu que o material sofreu descoloração quando em contacto com o sangue acima do aceitável clinicamente. Com o tempo estas alterações diminuíram (38). A própria versão branca do MTA tem revelado resultados menos conseguidos formando descoloração dentária (39). Já o Biodentine, num estudo recente apresentou menor alteração em relação à cor comparativamente ao MTA. Tanto o Biodentine como o MTA apresentaram alterações na estabilidade da cor inicialmente mas como passar do tempo foi notória uma acentuada alteração na cor no MTA muito além do clinicamente

aceitável (39) Já N Shokouhinejad et al, afirma que não houve alterações significativas entre o Biodentine e o MTA na presença de sangue, no entanto, na ausência de sangue o Biodentine exibiu menos alterações na estabilidade da cor (40). Keskin et al, estudou as alterações na cor de 4 materiais incluindo o Biodentine como o MTA em contacto com soluções irrigantes e concluiu que o MTA apresenta uma diferença significativa de alterações da cor em relação ao Biodentine, no entanto todos os materiais apresentam alterações perceptíveis de descoloração (41). Já Betty H et al, num estudo recente em dentes de bovino afirma que o Biodentine apresenta maior descoloração do que o MTA após 8 semanas, com alterações significativas e inesperadas face aos estudos recentes (42).

4.1.10 Washout Resistance / Resistência à lavagem

O washout de um material é definido pela tendência de um cimento de se desintegrar após o contacto com fluidos, tais como sangue ou outros fluidos (10). Segundo Ga-Yeon Jang o MTA tem uma resistência à lavagem menor quando comparado com outro cimento à base de silicato de tricálcio. Segundo o mesmo estudo o MTA apresenta em certos casos um defeito maior que 75% da área total do cimento, no entanto o estudo foi realizado logo após o manuseamento do material, não esperando que o MTA finalizasse o tempo de presa, o autor considera portanto que devido ao tempo de presa longo, o MTA deve ser aplicado em duas consultas (43). Yoorina Choi et al, estudaram a resistência à lavagem do MTA após 24 horas e concluiu que o MTA apresenta defeitos de área desde os 25 e os 50%, sendo superior a qualquer outro material no estudo (44). Grech et al, estudou a resistência à lavagem do Biodentine e utilizou um método recente para testar o “washout”. O método representa a quantidade de material perdido quando sujeito a fluidos tecidulares, e concluiu que o Biodentine exibiu uma grande desintegração contínua do material quando em contacto a fluidos tecidulares (10).

4.2 BIOCOMPATIBILIDADE

A biocompatibilidade dos materiais deve prevalecer sobre qualquer outra propriedade. Diversas estratégias têm sido propostas com o objetivo de reparar e preservar o complexo

dentino pulpar bem como a homeostasia da polpa e a sua vitalidade. Um material pode ser considerado bioativo se este evocar uma resposta positiva do tecido, bem como induzir uma resposta biológica positiva na interface (45). Um enorme esforço tem sido feito ao longo dos anos para desenvolver um material capaz de responder a estas condicionantes, e a procura deste material remonta há 70 anos atrás, onde produtos com base em hidróxido de cálcio eram usados para induzir a formação de uma barreira mineralizada em dentes com polpas expostas (6). A Dentisteria entrou numa nova era em que o foco dos estudos é aumentar a biocompatibilidade dos materiais dentários, modular a resposta do complexo dentino pulpar e garantir a vitalidade da polpa. No que respeita à resposta tecidular os materiais são classificados como materiais bioinertes em que são tolerados pelos tecidos vivos mas podem provocar a interposição de tecido fibroso, e bioactivos que pelo contrário interagem com o tecido controladamente induzindo efeitos desejados imunológicos, recrutamento de células, proliferação e diferenciação celular (46). O MTA em contacto com o tecido pulpar causa uma fina camada necrótica que é lentamente substituída por uma calcificação distrófica através da presença de matriz de dentina produzida pelos recém-formados odontoblastos. A ação biológica do MTA na polpa assemelha-se ao hidróxido de cálcio, fazendo com que o pH local aumente. O Biodentine tem um mecanismo de ação muito semelhante ao MTA pois o seu principal componente é o silicato de tricálcio (6). Um indicador de biocompatibilidade de um material é a capacidade de incorporação de elementos desse mesmo material na dentina adjacente, evento esse que poderá causar modificações químicas e estruturais na dentina (47). Outro requisito fundamental para atingir uma ligação entre um material e tecido é a habilidade para formação de uma camada de apatite. Materiais com base em silicato de cálcio formam apatite através do hidróxido de cálcio (produto resultante da hidratação do silicato de cálcio). Esta formação causa aumento do pH e do Ca^{2+} que por sua vez irá promover a precipitação de apatite. L. Han et al, estudaram a biocompatibilidade do Biodentine e do MTA avaliando a capacidade de absorção de Calcio (Ca) e Silício (Si) pela dentina adjacente na presença de uma solução PBS. Os autores concluíram que o Biodentine apresentou maior habilidade de biomineralização, do que o MTA pois o Biodentine demonstrou áreas de Ca e Si maiores do que o MTA, bem como incorporações mais profundas destes componentes. Os autores afirmam que estes achados podem ser resultado do facto do Biodentine libertar maior quantidade de Ca e Si do que o MTA (48). Gandolfi et al, estudaram a habilidade de formação

de apatite do MTA e concluíram que o material é biocompatível e forma uma camada superficial de apatite logo após 5h de imersão na solução de fosfato e que após 7 dias esta mesma camada apresentava-se bem uniforme (48). L. Han et al, noutro estudo comparando o Biodentine com outros dois materiais, incluindo o MTA concluíram que os dois materiais apresentam biocompatibilidade, deposição de Ca e Si e incorporações do material na interface com a dentina. No entanto os autores concluíram que o Biodentine apresentou melhores índices de deposição de cálcio e sílica em relação ao MTA (48). Jon Ryul kim et al, estudaram a biocompatibilidade do Biodentine e MTA e concluíram que os dois materiais são bioactivos pois produzem uma camada intermédia na dentina, embora o MTA tenha produzido uma espessa camada superior à camada produzida pelo Biodentine (49). Como dito anteriormente, as células odontoblásticas têm um papel decisivo no processo de cura da polpa. A diferenciação e angiogénese das células progenitoras dos odontoblastos são críticas no processo de cura da polpa. Um material biocompatível será aquele que induz diferenciação e angiogénese destas células, além disso os efeitos inflamatórios destes materiais são importantes para evitar ou limitar a irritação da polpa porquanto estas células são responsáveis pela formação da ponte dentinária (50). Luo Zhirong et al, estudaram o efeito do Biodentine na proliferação, migração e adesão das células da polpa e concluiu que o material tem um papel activo na expressão de citocinas, migração e adesão de células para a zona lesada e conseqüente regeneração dos tecidos lesados, sendo que o Biodentine é bioactivo e biocompatível capaz de promover a proliferação de células da polpa (51). Seok-Woo Chang et al, estudaram a diferenciação odontoblástica do MTA e concluiu que o MTA é biocompatível e induz a formação da ponte dentinária (52). Os autores concluíram que os materiais com base em silicato de cálcio não afetam os mediadores da inflamação nas células da polpa (52). Widbiller et al, estudou o comportamento de células da polpa em contacto com o Biodentine e o MTA. Os autores concluíram que o Biodentine é citocompatível, estimula a proliferação celular e exerce um efeito bioactivo nas células muito semelhante ao MTA (49). P.Laurent et al, estudou a indução do Biodentine e do MTA na libertação de TGF-B1 das células da polpa. O TGF-B1 é um factor de crescimento com papel na angiogénese, recrutamento das células progenitoras, diferenciação celular e na mineralização da zona pulpar próxima á dentina. O estudo demonstrou que o Biodentine e o MTA induzem uma

nova camada de dentina reparativa que parece ser resultado da modulação da TGF-B1 secretada através das células pulpares (53).

4.3 APLICAÇÕES DO BIODENTINE E MTA

O MTA pode ser usado como capeamento pulpar direto e indireto, como cimento de reparação endodôntico, na formação de barreira apical e reparação de perfurações radiculares (10). Já o Biodentine é usado em tratamentos de perfurações de raízes, formação de barreira apical, capeamento pulpar direto e indireto mas também para selamento temporário de cavidades (10). Segundo o folheto do produto, o Biodentine pode ser usado em restaurações de dentina por baixo de compósitos, Inlays e Onlays, restaurações temporárias de dentina-esmlate, restauração de profundas e largas cavidades (técnica de sandwich), restaurações de lesões cervicais radiculares, capeamentos pulpares, pulpotomias, reparação de perfurações radiculares, reparação de lesões de furca, reparação de reabsorções internas e externas, apexificação, e em cirurgia endodôntica (54). Já de acordo com o folheto do MTA, o mesmo pode ser usado em várias aplicações tais como: Capeamentos pulpares, Pulpotomias Pediátricas, Reparação de perfurações, reparação de reabsorções radiculares, apexificação e cirurgia endodôntica (55).

5. CONCLUSÃO

Comparando as características físicas dos dois materiais, o Biodentine e o MTA são dois materiais com grande interesse na terapia pulpar vital devido aos benefícios que apresentam. Analisando a revisão realizado no estudo, os dois materiais possuem qualidades físicas propícias a um funcionamento interativo e biocompatível com os tecidos pulpares, induzindo resposta dentinária, produzindo barreira dentinária consequentemente mantêm a vitalidade da polpa. No entanto, devido à recente presença do Biodentine no mercado, mais estudos a curto e a longo prazo, bem como estudos direcionados especificamente para determinadas características física dos materiais, terão que ser desenvolvidos de forma a compreender melhor a dinâmica do material na Terapia pulpar vital.

6. BIBLIOGRAFIA

1. José mondelli. Proteção do complexo dentinopulapr; Série 1
2. Ingle, Backland, Baumgartner; Ingle's endodontics 6 edition.
3. De Backer H, van Maele G, Decock V, van den Berghe L. Long-term survival of complete crowns, fixed dental prostheses, and cantilever fixed dental prostheses with posts and cores on root canal-treated teeth. *Int J of Prosthodontics* 2007 May-Jun;20(3):229-34.
4. Carlos A. de Souza Costaa, Josimeri Heblingb, Débora L.S. Scheffel b, Diana G.S. Soaresc , Fernanda G. Basso a, Ana Paula D. Ribeiro Methods to evaluate and strategies to improve the biocompatibility of dental materials and operative techniques. *Dent Mater.* 2014 Jul;30(7):769-84.
5. Han L, Okiji T. Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine. *Int Endod J.* 2011 Dec;44(12):1081-7.
6. Sara A Alsubait. 2016 Effects of Different Acid Etching Times on the Compressive Strength of Three Calcium Silicate-based Endodontic Materials. *Journal of International Oral Health* 8.3 (Mar 2016): 328-331.
7. Josette_Camilleri, Franco E. Montesin, Ken Brady, Richard Sweeney, Richard V. Curtis, Thomas R. Pitt Ford, 2004. The constitution of Mineral Trioxide aggregate. *Dental Materials* (2005) 21, 297–303
8. Markus Kaup, Edgar Schafer and Till Drammaschle. An in vitro study of diferent material properties of Biodentine compared to ProRoot MTA. 2015. *Head Face Med.* 2015 May 2;11:16.
9. Gislaine Faraoni, Meiryelen Silva Finger, Michel do Carmo Masson. Avaliação comparativa do escoamento e tempo de presa do cimento MTA Fillapex. Fausto Rodrigo Victorino. *RFO UPF* vol.18 no.2 Passo Fundo Mai./Ago. 2013
10. Grech L1, Mallia B, Camilleri J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. *Dent Mater.* 2013 Feb;29(2):e20-8.

11. Prasad A, Pushpa S, Arunagiri D, Sawhny A, Misra A, Sujatha R. A comparative evaluation of the effect of various additives on selected physical properties of white mineral trioxide aggregate. *J Conserv Dent*. 2015 May-Jun;18(3):237-41.
12. Butt N, Talwar S, Chaudhry S, Nawal RR, Yadav S, Bali A. Comparison of physical and mechanical properties of mineral trioxide aggregate and Biodentine. *Indian J Dent Res*. 2014 Nov-Dec;25(6):692-7.
13. Amr M. Elnaghy. Influence of Acidic Environment on Properties of Biodentine and White Mineral Trioxide Aggregate: A Comparative Study. 2014; *J Endod*. 2014 Jul;40(7):953-7.
14. Camilleri J. Investigation of Biodentine as dentine replacement material. *J Dent*. 2013 Jul;41(7):600-10.
15. Kayahan MB1, Nekoofar MH, McCann A, Sunay H, Kaptan RF, Meraji N, Dummer PM. Effect of Acid Etching Procedures on the Compressive Strength of 4 Calcium Silicate-based Endodontic Cements. *J Endod*. 2013 Dec;39(12):1646-8.
16. Tabrizzadeh M, Dabbagh MM, Badrian H, Davoudi A. Microhardness properties of mineral trioxide aggregate and calcium-enriched mixture cement plugs at different setting conditions. *J Int Oral Health*. 2015 Sep;7(9):36-9.
17. Lee BN, Hwang YC, Jang JH, Chang HS, Hwang IN, Yang SY, Park YJ, Son HH, Oh WM. Improvement of the Properties of Mineral Trioxide Aggregate by Mixing with Hydration Accelerators. *J Endod*. 2011 Oct;37(10):1433-6.
18. Markus Kaup, Christoph Heinrich Dammann, Edgar Schäfer, and Till Dammaschke. Shear bond strength of Biodentine, ProRoot MTA, glass ionomer cement and composite resin on human dentine ex vivo. *Head Face Med*. 2015; 11: 14.
19. Deepa VL, Dhamaraju B, Bollu IP, Balaji TS. Shear bond strength evaluation of resin composite bonded to three different liners: TheraCal LC, Biodentine, and resin-modified glass ionomer cement using universal adhesive: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2016 Mar-Apr;19(2):166-70.
20. De Souza ET, Nunes Tameirão MD, Roter JM, De Assis JT, De Almeida Neves A, De-Deus GA. Tridimensional Quantitative Porosity Characterization of Three Set Calcium

Silicate-Based Repair Cements for Endodontic Use. *Microsc Res Tech.* 2013 Oct;76(10):1093-8.

21. Cantekin K, Avci S. Evaluation of shear bond strength of two resin-based composites and glass ionomer cement to pure tricalcium silicate-based cement (Biodentine®) *J Appl Oral Sci.* 2014 Jul-Aug;22(4):302-6.

22. Formosa LM, Damidot D, Camilleri J. Mercury Intrusion Porosimetry and Assessment of Cement-dentin Interface of Anti-washout-type Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod.* 2014 Jul;40(7):958-63.

23. Camilleri J, Grech L, Galea K, Keir D, Fenech M, Formosa L, Damidot D, Mallia B. Porosity and root dentine to material interface assessment of calcium silicate-based root-end filling materials. *Clin Oral Investig.* 2014;18(5):1437-46.

24. Marciano MA1, Duarte MA2, Camilleri J3. Calcium silicate-based sealers: Assessment of physicochemical properties, porosity and hydration. *Dent Mater.* 2016 Feb;32(2):e30-40

25. American Dental Association, “specification no. 57 for endodontic filling materials” *Journal of American Dental Association*, vol, 108, no1, p.108, 1984

26. International Organization for Standardization, ISO 6876: Dental Rootsealing Materials, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2001

27. Tanalp J, Karapınar-Kazandağ M, Dölekoğlu S, Baybora Kayahan M. Comparison of the Radiopacities of Different Root-End Filling and Repair Materials. *The Scientific World Journal* 2013(8):594950 · October 2013

28. Hwang YC, Lee SH, Hwang IN, Kang IC, Kim MS, Kim SH, Son HH, Oh WM. Chemical composition, radiopacity, and biocompatibility of Portland cement with bismuth oxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009 Mar;107(3):e96-102

29. Coomaraswamy KS1, Lumley PJ, Hofmann MP. Effect of Bismuth Oxide Radioopacifier Content on the Material Properties of an Endodontic Portland Cement-based (MTA-like) System. *J Endod.* 2007 Mar;33(3):295-8.

30. Hungaro Duarte MA, Minotti PG, Rodrigues CT, Zapata RO, Bramante CM, Tanomaru Filho M, Vivan RR, Gomes de Moraes I, Bombarda de Andrade F. Effect of Different Radiopacifying Agents on the Physicochemical Properties of White Portland Cement and White Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod.* 2012 Mar;38(3):394-7

31. Li X, Yoshihara K, De Munck J, Cokic S, Pongprueksa P, Putzeys E, Pedano M, Chen Z, Van Landuyt K, Van Meerbeek B. Modified tricalcium silicate cement formulations with added zirconium oxide. *Clin Oral Investig.* 2016 May 7.

32. Samiei M, Shahi S, Aslaminabadi N, Valizadeh H, Aghazadeh A, and Pakdele SMV. A New Simulated Plasma for Assessing the Solubility of Mineral Trioxide Aggregate. *Iran Endod J.* 2015; 10(1): 30–34.
33. Espir CG, Guerreiro-Tanomaru JM, Spin-Neto R, Chávez-Andrade GM, Berbert FL, Tanomaru-Filho M. Solubility and bacterial sealing ability of MTA and root-end filling materials. *J Appl Oral Sci.* 2016 Apr;24(2):121-5.
34. Gandolfi MG, Siboni F, Primus CM, Prati C. Ion Release, Porosity, Solubility, and Bioactivity of MTA Plus Tricalcium. (*J Endod* 2014;:-1–6)
35. Agrafioti A1, Tzimpoulas N2, Chatzitheodoridis E3, Kontakiotis EG4. Comparative evaluation of sealing ability and microstructure of MTA and Biodentine after exposure to different environments. *Clin Oral Investig.* 2015 Nov 6
36. Sinkar RC, Patil SS, Jogad NP, Gade VJ. Comparison of sealing ability of ProRoot MTA, RetroMTA, and Biodentine as furcation repair materials: An ultraviolet spectrophotometric analysis. *J Conserv Dent.* 2015 Nov-Dec; 18(6): 445–448
37. Sinkar RC, Patil SS, Jogad NP, Gade VJ. Comparison of sealing ability of ProRoot MTA, RetroMTA, and Biodentine as furcation repair materials: An ultraviolet spectrophotometric analysis. *J Conserv Dent.* 2015 Nov-Dec; 18(6): 445–448
38. Marciano MA, Duarte MA, Camilleri J. Dental discoloration caused by bismuth oxide in MTA in the presence of sodium hypochlorite. *Clin Oral Investig.* 2015 Dec;19(9):2201-9.
39. Guimarães BM, Tartari T, Marciano MA, Vivian RR, Mondeli RF, Camilleri J, Duarte MA. Color Stability, Radiopacity, and Chemical Characteristics of White Mineral Trioxide Aggregate Associated with 2 Different Vehicles in Contact with Blood. *J Endod.* 2015 Jun;41(6):947-52.
40. Louis J. Marconyak, Jr, Timothy C. Kirkpatrick, Howard W. Roberts, Mark D. Roberts, Arnau Aparicio, Van T. Himel, and Kent A. Sabey. A Comparison of Coronal Tooth Discoloration Elicited by Various Endodontic Reparative Materials. *J Endod.* 2016 Mar;42(3):470-3.
41. Shokouhinejad N, Nekoofar MH, Pirmoazen S, Shamshiri AR, Dummer PM. Evaluation and Comparison of Occurrence of Tooth Discoloration after the Application of Various Calcium Silicate-based Cements: An Ex Vivo Study. *J Endod.* 2016 Jan;42(1):140-4. doi:
42. Keskin C, Demiryurek EO, Ozyurek T. Color stabilities of calcium silicate-based materials in contact with different irrigation solutions. *J Endod.* 2015 Mar;41(3):409-11.
43. Hannah Beatty, and Timothy Svec. Quantifying Coronal Tooth Discoloration Caused by Biodentine and EndoSequence Root Repair Material. *J Endod.* 2015 Dec;41(12):2036-9.

44. Jang GY, Park SJ, Heo SM, Yu MK, Lee KW, Min KS. Washout resistance of fast-setting pozzolan cement under various root canal irrigants. *Restor Dent Endod.* 2013 Nov;38(4):248-52.
45. Choi Y1, Park SJ, Lee SH, Hwang YC, Yu MK, Min KS. Biological Effects and Washout Resistance of a Newly Developed Fast-setting Pozzolan Cement. *J Endod.* 2013 Apr;39(4):467-72.
46. M. G. Gandolfi, P. Taddei, A. Tinti & C. Prati. Apatite-forming ability (bioactivity) of ProRoot MTA. *Int Endod J.* 2010 Oct;43(10):917-29.
47. Widbiller M, Lindner SR, Buchalla W, Eidt A, Hiller KA, Schmalz G, Galler KM. Three-dimensional culture of dental pulp stem cells in direct contact to tricalcium silicate cements. *Clin Oral Investig.* 2016 Mar;20(2):237-46
48. L. Han, T. Okiji Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine. *Int Endod J.* 2011 Dec;44(12):1081-7.
49. L. Han, T. Okiji. Bioactivity evaluation of three calcium silicate based endodontic materials. *Int Endod J.* 2013 Sep;46(9):808-14.
50. Kim JR, Nosrat A, Fouad AF. Interfacial characteristics of Biodentine and MTA with dentine in simulated body fluid. *J Dent.* 2015 Feb;43(2):241-7.
51. Chang SW, Bae WJ, Yi JK, Lee S, Lee DW, Kum KY, Kim EC. Odontoblastic Differentiation, Inflammatory Response, and Angiogenic Potential of 4 Calcium Silicate-based Cements: Micromega MTA, ProRoot MTA, Retro MTA, and Experimental Calcium Silicate Cement. *J Endod.* 2015 Sep;41(9):1524-9.
52. Luo Z, Li D, Kohli MR, Yu Q, Kim S, He WX. Effect of Biodentine™ on the proliferation, migration and adhesion of human dental pulp stem cells. *J Dent.* 2014 Apr;42(4):490-7.
53. Laurent P, Camps J, About I. Biodentine™ induces TGF- β 1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. *Int Endod J.* 2012 May;45(5):439-48.
54. Biodentine product Sheet, Biodentine Active Biosilicate Technology, Septodont.
55. MTA product Brochure, Dentsply Tulsa Dental Specialities.

7. ANEXOS

TABELA 1

Características principais do Biodentine e MTA com base na revisão bibliográfica realizada no estudo. O Símbolo (+) caracteriza a propriedade do material quando comparado com o outro. Ambos os materiais correspondem aos requisitos mínimos exigidos para que possam desempenhar as suas funções na TPV, sendo que um terá mais vantagens que o outro, ou é muito semelhante.

	Biodentine	MTA
Tempo de endurecimento	+ + +	+
Resistência à Compressão	+ + +	+
Micro Dureza	+ +	+ +
Força de adesão	+ +	+
Porosidade e Microinfiltração	+	+
Radiopacidade	+	+ + +
Solubilidade	+	+ +
Micro Infiltração	+ +	+ +
Descoloração	+ +	+
Resistência à Lavagem*	+	+ +
Biocompatibilidade	+ +	+ +

* Mais estudos serão necessários no futuro para quantificar a capacidade de resistência à lavagem.

CAPÍTULO II - Relatório das Atividades Práticas das Disciplinas de Estágio Supervisionado

1. ESTÁGIO EM CLÍNICA GERAL DENTÁRIA:

Realizado na Clínica Nova Saúde, no Instituto Universitário de Ciências da Saúde, em Gandra – Paredes, o Estágio em clínica geral dentária, supervisionado pela Dra. Sónia Machado, decorreu no período compreendido entre 15 de setembro de 2015 e 17 de junho de 2016, com uma carga horária semanal de 5 horas (terças-feiras, das 14 horas às 19 horas), perfazendo um total de 280 horas.

Refira-se que todos os conhecimentos adquiridos ao longo do curso permitiram a aquisição de competências imprescindíveis para o exercício desta prática. Os atos realizados neste estágio estão melhor discriminados na tabela infra:

Ato Clínico	Operador	Assistente	Total
Dentisteria	9	5	14
Periodontologia	6	7	13
Endodontia	3	4	7
Pediatria	2	2	4
Outros	3	-	3

2. Estágio em Clínica Hospitalar

O Estágio em Clínica Hospitalar decorreu sob a supervisão do Prof. Doutor Luís Monteiro, tendo sido realizado inicialmente no Hospital São Gonçalo – Amarante (entre 14 de setembro de 2015 e 17 de Fevereiro de 2016 – quartas-feiras das 9h00 às 13h00), e no

Hospital de Nossa Senhora da Conceição - Valongo, de 24 de Fevereiro de 2016 e 15 de Junho de 2016 – (quartas-feiras das 14h00 às 17h30), num total de 196 horas.

Destaca-se como uma mais-valia neste Estágio a possibilidade de contacto e prática com doentes com características específicas, designadamente: patologias orais, limitações cognitivas e/ou motoras, polimedicados, portadores de doenças sistémicas, entre outros. Esta experiência revelou-se assim como uma componente fundamental na perspetiva da formação profissional. Os atos clínicos realizados neste estágio discriminam-se na tabela infra:

Ato Clínico	Operador
Dentisteria	8
Periodontologia	10
Endodontia	7
Exodontia	10
Outros	-

3. ESTÁGIO EM SAÚDE ORAL E COMUNITÁRIA.

A unidade de ESOC, com a supervisão do Professor Doutor Paulo Rompante, decorreu num total de 196 horas, com uma carga horaria semanal de 3,5 horas (sextas-feiras, entre as 9h00 e as 12h00).

Esta prática foi dividida em diferentes fases, sendo que numa 1ª foi definido um Plano de Atividades, com sessões de esclarecimento com base no Plano Nacional de Promoção de Saúde Oral (PNPSO), com vista à motivação para os hábitos de higiene oral dos grupos inseridos neste Plano.

A 2ª fase consistiu na aplicação do referido Plano junto da comunidade infantil abrangida pelo PNPSO, designadamente crianças inseridas no ensino Pré- escolar e 1º Ciclo do Ensino Básico.

Efetuada respetivos cronogramas e planos de atividades, foram os mesmos aplicados em duas Instituições: Jardim de Infância de Mouriz e Escola Básica de Mouriz. Foi ainda realizado um levantamento de dados epidemiológicos, a um total de 142 crianças com

idades compreendidas entre os 3 e os 11 anos, com o recurso a inquéritos disponibilizados pela OMS. As atividades realizadas ao longo deste estágio discriminam-se na tabela infra:

EB MOURIZ

Mês	Dia	Localização	Atividades realizadas
Janeiro	29 Janeiro 2016	IUCS	Aceitação do Cronograma e verificar condições
Fevereiro	5 Fevereiro	EB Mouriz	Educação para a saúde oral T3 + T4 + T7 + Implementação Escovagem
	12 Fevereiro	EB Mouriz	Educação para saúde oral t5, t6, t8 + implementação escovagem
	19 Fevereiro	EB Mouriz	Levantamento de dados T3, T4 e educação para a saúde oral T9 + implementação escovagem
	26 Fevereiro	EB Mouriz	Levantamento dados T5 (10), T6 (4) + Escovagem, Levantamento dados T7 (3), T8 (3), T9 (5)
Março	4 Março	EB Mouriz	Educação para a saúde oral T3 e T4, Levantamento dados T7 (3), T8 (3) + Escovagem
	18 Março	EB Mouriz	Férias

Abril	1 Abril	EB Mouriz	Levantamento dados T5 (4), T6 (2) + Escovagem, Levantamento dados T7 (3), T8 (3), T9 (5) + Escovagem
	8 Abril	EB Mouriz	Educação para a saúde oral T5, T6, Levantamento dados T7 (3), T8 (3) + Escovagem
	15 Abril	EB Mouriz	Levantamento dados T3 (7), T4 (6) + Escovagem, Educação para a saúde oral T7, T8
	22 Abril	EB Mouriz	Levantamento dados T5 (8) e T6 (4) + Escovagem, Levantamento dados T7(3), T8 (3), T9 (5) + Escovagem
	29 Abril	EB Mouriz	Levantamento dados T5 (4) e T6 (2), Levantamento dados T7 (3), T8 (3) + Escovagem
Maio	13, 20 e 27 Maio	EB Mouriz	Avaliação T3 T7, T4, T6, T8, T5, T9

Jardim de Infância Monte

Mês	Dia	Localização	Atividades realizadas
Janeiro	29 Janeiro 2016	IUCS	Aceitação do Cronograma e verificar condições
Fevereiro	5 Fevereiro	Monte	Educação para a saúde oral ½ + Implementação Escovagem
	12 Fevereiro	Monte	Educação para a saúde oral ½ + Implementação de escovagem
	19 Fevereiro	Monte	Levantamento de dados 3 + Escovagem
	26 Fevereiro	Monte	Levantamento dados 3 + Escovagem
Março	4 Março	Monte	Levantamento dados 2 + Escovagem
	11 Março	Monte	Educação para a saúde oral 1/2
	18 Março	Monte	Levantamento dados 3 + Escovagem
Abril	1 Abril	Monte	Levantamento dados 3 + Escovagem

	8 Abril	Monte	Levantamento dados 2 + Escovagem
	15 Abril	Monte	Educação para a saúde oral 1/2
	22 Abril	Monte	Levantamento dados 4 + Escovagem
	29 Abril	Monte	Levantamento dados 3 + Escovagem
Maio	13, 20 e 27 Maio	IUCS	Avaliação T3 T7, T4, T6, T8, T5, T9