



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

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS DE
REPARAÇÃO ENDODONTICA: BIOAGREGADOS,
ENDOSEQUENCE ROOT REPAIR MATERIAL E AGREGADO DE
TRIÓXIDO MINERAL**

Trabalho submetido por

Ana Rita Pinheiro Marta

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Outubro de 2014



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

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS DE
REPARAÇÃO ENDODONTICA: BIOAGREGADOS,
ENDOSEQUENCE ROOT REPAIR MATERIAL E AGREGADO DE
TRIÓXIDO MINERAL**

Trabalho submetido por

Ana Rita Pinheiro Marta

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por

Doutor João Eduardo Fonseca Freitas Dias

Outubro de 2014

Aos meus pais,
Pelo apoio e força que transmitem.
Por serem o exemplo e motivação.
Por toda a dedicação e amor.
A eles um especial obrigado.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Doutor João Dias a quem agradeço pelo tempo dispensado, dedicação e motivação para evoluir e melhorar.

A todos os docentes que durante estes anos nos educaram e transmitiram conhecimentos e valores, ajudando-nos a melhorar pessoal e profissionalmente.

A todos os funcionários da clinica que de uma forma ou de outra nos ajudaram e contribuíram para que todos trabalhassem melhor.

À Nicole Pinto, colega de box que me acompanhou nesta jornada com espírito de equipa e companheirismo.

À Sofia Pinto pela amizade incondicional, por acreditar em mim e me motivar a ser mais e melhor.

À Marta Oliveira pelo apoio e ajuda.

A todos os colegas de curso pelos bons momentos e pela entreaajuda.

A todos os amigos que me acompanharam e apoiaram, pela sua dedicação e por serem importantes neste meu percurso ajudando-me a continuar.

Aos meus avós pela sabedoria e carinho que me transmitem.

A todas as restantes pessoas que contribuíram de alguma forma neste percurso.

Obrigado.

Resumo

Ao longo dos anos a área Reparativa da Endodontia tem vindo a evoluir e para corresponder às exigências de um melhor tratamento, novos materiais têm sido criados, testados e lançados no mercado.

O MTA tem sido o material de eleição a nível da preservação da vitalidade da polpa dentária, apresentando muitas das características pretendidas num material de reparação endodôntica e tendo diversas aplicações nesta área.

Apesar de todas as suas qualidades também apresenta algumas desvantagens e por esta razão, novos materiais apareceram no mercado como é o caso do Bioagregado e do *Endosequence root repair material*.

O Bioagregado é um material recente que apresenta uma biocompatibilidade superior quando comparado com muitos outros materiais de reparação endodôntica. As suas aplicações e constituição são semelhantes ao MTA branco, com a diferença que na sua composição não apresenta alumínio e contém fosfato de cálcio monobásico e pentóxido de tântalo.

O *Endosequence root repair material* é também um dos materiais que pode ser utilizado em substituição do MTA. Este por sua vez, apresenta um melhoramento na manipulação e também uma maior capacidade antimicrobiana devido ao seu pH alcalino.

Palavras-chave

Bioagregados, MTA, *Endosequence root repair material*, Endodontia Reparativa

Abstract

Over the years the Reparative area of Endodontics has been evolving and to meet the demands of an improved treatment, new materials have been created, tested and launched in the market.

The MTA has been the material of choice in terms of preserving the vitality of the dental pulp, presenting many of the characteristics desired in an endodontic repair material and having various applications in this area.

In spite of all its qualities it also presents some disadvantages and for this reason new materials appeared in the market such as the Bioaggregate and Endosequence root repair material.

The Bioaggregate is a new material that exhibits a superior biocompatibility when compared to other various endodontic repair materials. Its applications and constitution are similar to white MTA, with the difference that the composition contains no aluminum and has monobasic calcium phosphate and tantalum pentoxide.

The Endosequence root repair material is also one of the materials which can be used instead of MTA. This in turn presents an improvement in handling and also a higher antimicrobial capacity due to its alkaline pH.

Key words

Bioagregatte, MTA, Endosequence root repair material, Reparative Endodontics

Índice Geral

I.	Introdução	16
II.	Desenvolvimento	19
	1. MTA	27
	1.1. Composição	27
	1.2. Características	28
	1.3. Indicações	30
	1.4. Manipulação	33
	1.5. Interações	35
	1.6. MTA cinzento Vs. MTA branco	35
	1.7. ProRoot®MTA	36
	1.8. MTA-Angelus Reparative Cement®	37
	2. Bioagregados	38
	2.1. Composição	39
	2.2. Características	40
	2.3. Indicações	42
	2.4. Manipulação	43
	2.5. DiaRoot®Bioaggregate	43
	3. <i>Endosequence root repair material</i>	44
	3.1. Composição	44
	3.2. Características	45
	3.3. Indicações	48
	3.4. Manipulação	49
	3.5. <i>Endosequence root repair material</i> pasta Vs. <i>Endosequence root repair material</i> putty	50
III.	Conclusão	53
IV.	Bibliografia	55

Índice de figuras

- Figura 1-** Imagem ilustrativa de reparação de perfuração radicular iatrogénica com MTA. Pic. 1 e 2- Instrumentação e irrigação com Hipoclorito de Sódio. Pic. 3- Com cones de papel secar o canal. Pic. 4- Preenchimento do canal até à zona da perfuração. Pic. 5 e 6- Colocação de MTA na zona da perfuração e condensar. Pic. 7- Colocação de bola de algodão húmida no canal. Pic. 8- Preenchimento do restante canal com um material provisório. Pic. 9- O MTA estimulou a formação de tecido duro, procede-se ao preenchimento definitivo do canal, sendo que se mantém o MTA no local. (Fonte: CerkaMed, 2013). 21
- Figura 2-** Reparação de perfuração a nível da furca com MTA (Fonte: Neto et al, 2012). 22
- Figura 3-** Imagem ilustrativa de uma protecção pulpar (Fonte: Endo, 2011). 23
- Figura 4-** Imagem ilustrativa de pulpotomia com MTA. Pic. 1- Remoção do tecido cariado. Pic. 2 e 3- Desinfecção da área exposta com Hipoclorito de Sódio e controlo da hemorragia. Pic. 4 e 5- Colocação do MTA na zona da exposição pulpar e remoção do excesso de humidade. Pic. 6- Restauração provisória. Pic. 7, 8 e 9- Substituição da restauração provisória por uma restauração definitiva. (Fonte: CerkaMed, 2013)..... 24
- Figura 5-** Imagem ilustrativa de um preenchimento apical retrógrado com MTA. Pic. 1- Preparar o acesso ao ápice e efetuar a secção da porção terminal da raiz. Pic. 2 e 3- Limpeza e secagem da porção seccionada e controlo da hemorragia. Pic. 4- Colocação do MTA no canal e condensar. Pic. 5 e 6- Remoção dos excessos de material e encerramento do retalho. (Fonte: CerkaMed, 2013). 25
- Figura 6-** Variação dos valores de pH do MTA em diferentes intervalos de tempo (Fonte: Torabinejad, Hong, McDonald & Ford, 1995). 29
- Figura 7-** Diferentes aplicações do MTA (Adaptado de: Dentsply TulsaDental Specialities, 2014). 31
- Figura 8-** Perfuração radicular do dente 22 e sua reparação com MTA (Fonte: Fukunaga et al., 2007). 32

Figura 9- Perfuração do pavimento da câmara pulpar do dente 1.6 e seu preenchimento com MTA (Fonte: Neto et al, 2012).	33
Figura 10- Manipulação MTA (Fonte: CerKamed, 2013).	34
Figura 11- Consistência do MTA após manipulação (Fonte: CerKamed, 2013).	35
Figura 12- ProRoot®MTA (Fonte: Dentsply Tulsadental Specialties, 2014).	37
Figura 13- MTA – Angelus reparative cement® (Fonte: The Dental Advisor, 2013)..	38
Figura 14- Constituição cristalina do MTA branco e do Bioagregado. A) MTA branco em pó. B) MTA branco em pasta. C) Bioagregado em pó. D) Bioagregado em pasta. (Fonte: Park, Hong, kim, Lee & Shin, 2010).	40
Figura 15- Crescimento de células pulpares e a sua ligação ao MTA (Fonte: Chung, Kim & Shin, 2010).	41
Figura 16- Crescimento de células pulpares e a sua ligação ao Bioagregado (Fonte: Chung, Kim & Shin, 2010).	42
Figura 17- Manipulação de Bioagregado (Fonte: Endo, 2011).	43
Figura 18- DiaRoot®Bioaggregate (Fonte: Endo, 2011).	44
Figura 19- Avaliação da citotoxicidade do <i>Endosequence root repair material</i> e do MTA-Angelus® em comparação com o grupo controlo fixado nos 100% através da percentagem de fibroblastos dérmicos viáveis. A) Passado 2 dias. B) Passado 5 dias. C) Passado 8 dias. (Fonte: Hirschman, Wheeler, Bringas & Hoen, 2012).	46
Figura 20- Adesão de fibroblastos tecidulares ao material. A) MTA. B) <i>Endosequence root repair material</i> . (Fonte: Ma, Shen, Stojicic & Haapasalo, 2011).	47
Figura 21- <i>Endosequence root repair material</i> pasta (Fonte: Technomedics, 2012).	50
Figura 22- <i>Endosequence root repair material</i> putty (Fonte: Technomedics, 2012).	51

Índice de tabelas

Tabela 1 – Tabela resumo das vantagens e desvantagens do MTA	30
Tabela 2 – Tabela comparativa das características dos Bioagregados e do MTA	42
Tabela 3 – Diferenças na composição do <i>Endosequence root repair material</i> , dos Bioagregados e do MTA	45
Tabela 4 - Tabela comparativa das características do <i>Endosequence root repair material</i> com as do MTA	48
Tabela 5 - Tabela resumo das indicações do MTA, do Bioagregado e do Endosequence root repair material	48
Tabela 6 – Diferenças entre as propriedades do <i>Endosequence root repair material</i> pasta e as do <i>Endosequence root repair material</i> putty	52

Lista de Abreviaturas

MTA Agregado de Trióxido Mineral

IRM Cimento de óxido de zinco-eugenol reforçado

PBS Solução tampão salina de fosfato

ODM Material de diferenciação de odontoblastos

CEM Cimento de mistura enriquecido com cálcio

I. Introdução

A procura de novos materiais nunca termina, vários materiais são criados, testados e lançados no mercado para que cada vez haja uma melhoria nos tratamentos e na prática clínica (Rao, Rao & Shenoy, 2009).

Para preservar a vitalidade e prevenir patologias da polpa, devem ser utilizados materiais que permitam um bom selamento e impeçam a infiltração bacteriana das exposições pulpares à flora oral e ao periodonto. Como estes materiais entram em contacto com tecidos vivos devem também ser biocompatíveis e favorecer a regeneração dos tecidos envolventes (Torabinejad & Chivian, 1999).

Os materiais de reparação endodôntica devem apresentar radiopacidade, biocompatibilidade, ausência de toxicidade, boa capacidade de selamento, estabilidade dimensional, ser bactericidas ou bacteriostáticos e não reabsorvíveis (Madfa, Al-Sanabani & Al-Kudami, 2014).

Devem ter uma manipulação simples e aderirem às paredes dos canais radiculares sem sofrerem alterações na sua posição quando submetidos a forças mecânicas (Shokouhiejad, Yazdi, Nekoofar, Matmir & Koshkhounejad, 2014).

Ao longo dos tempos vários foram os materiais utilizados para este propósito, entre eles o Amalgama, o óxido de zinco eugenol, o cimento de óxido de zinco-eugenol reforçado (IRM), as resinas compostas, os cimentos de fosfato de zinco e os ionómeros de vidro. Nenhum destes apresentou as características ideais para ser utilizado como material de reparação endodôntica. Por isso, outros materiais como o Agregado de Trióxido Mineral (MTA), os Bioagregados, a Biodentina, o *Endosequence root repair material* e o Hidróxido de Cálcio foram utilizados demonstrando melhores características e melhor capacidade de reparação endodôntica (Madfa et al., 2014).

O Hidróxido de Cálcio tem vindo a ser utilizado ao longo dos anos na manutenção da vitalidade pulpar apresentando bons resultados na proteção pulpar direta e indireta. Quando em contacto com polpa vital, este material promove a formação de dentina reparadora. Sendo a dentina reparadora um tipo de dentina terciária capaz de selar exposições pulpares (Madfa et al., 2014).

Contudo o Hidróxido de cálcio apresenta algumas contraindicações, como uma baixa ligação à dentina, sofrer reabsorção com o tempo, apresentar alguma instabilidade mecânica e apresentar elevado pH (12,5) que pode causar necrose de liquefação na superfície pulpar (Madfa et al., 2014).

O MTA foi desenvolvido por Mahmoud Torabinejad e apresenta-se em forma de pó de cor branca ou cinzenta, sendo composto por óxidos minerais e iões (Tessare Jr, Fonseca, Machado & Fava, 2005).

É um cimento hidrofílico que consiste em pequenas partículas hidrofílicas que quando em contacto com água formam um gel coloidal. Cimentos hidrofílicos apresentam-se na forma de pó e quando combinados com água ficam prontos progressivamente ou instantaneamente e endurecem depois ao ar ou na presença de água (Madfa et al., 2014).

Com diversas aplicações, o MTA é recomendado para proteções pulpares, pulpotomias, formação de barreiras apicais em dentes com necrose pulpar e com ápex aberto, reparação de perfurações, preenchimento canal e selamento apical (Parirokh & Torabinejad, 2010).

De início o MTA surgiu como ProRoot®MTA no entanto, nos últimos anos, têm aparecido outros produtos semelhantes como é o caso do MTA-Angelus® (Chung, Kim & Shin, 2010).

Como alternativas ao MTA novos materiais biocerâmicos têm sido introduzidos no mercado (Shokouhiejad et al., 2013).

A Biodentina é um material recente fabricado pela *Septodont* em Setembro de 2010 e que ficou disponível no mercado em Janeiro de 2011. Utilizado como substituto da dentina, tanto a nível da coroa como a nível da raiz dentária, veio tentar superar alguns dos pontos negativos do MTA (Madfa et al., 2014).

É um cimento bioativo à base de silicato de cálcio com indicações e modo de ação semelhantes ao Hidróxido de cálcio mas sem as suas contraindicações. Apresenta um manuseamento simples, tempo de presa não prolongado e sem potencial de descoloração (Madfa et al., 2014).

O Bioagregado tem indicação para proteção pulpar, selamento apical, apexificações e reparação de perfurações e reabsorções radiculares. Apresenta-se como um pó de cor branca hidrofílico e biocompatível, composto por partículas cerâmicas que promove a cementogênese e é capaz de formar um selamento canalar hermético. Este material tem fácil manipulação, é capaz de bloquear a infecção bacteriana e a sua elevada qualidade tornam-no um material de reparação endodôntica inovador e único (Grotra & Subbarao, 2012).

O *Endosequence root repair material* utiliza tecnologia biocerâmica de forma a conseguir superar algumas das desvantagens do MTA (Damas, Wheeler, Bringas & Hoen, 2011).

Utiliza a humidade natural dos túbulos dentinários para dar início à sua toma de presa. É radiopaco, antibacteriano devido ao seu pH alcalino (+12 pH) e hidrofílico, formando cristais de hidroxiapatite e ligações químicas tanto com a dentina como com as partículas biocerâmicas (*EndoSequence® BC Points™*) (Technomedics, 2012).

II. Desenvolvimento

A dor dentária pode resultar de uma inflamação periapical ou pulpar ou de uma exposição dentinária. A polpa dentária é um tecido de origem no mesenquima com células especializadas, os odontoblastos, que se encontram na periferia da polpa em contacto com a matriz dentinária. Devido a esta íntima relação entre os odontoblastos e a dentina, os tratamentos efetuados em dentina influenciam tanto a dentina como a polpa uma vez que estas estruturas funcionam como uma só unidade, o complexo pulpo-dentinário (Hargreaves & Cohen, 2011).

A polpa dentária encontra-se envolta pela dentina, esmalte e cimento que lhe fornecem suporte mecânico e proteção dos microrganismos orais. Se esta estrutura sofrer alterações a nível da sua integridade estrutural, fica sob ameaça de estímulos orais (Yu & Abbott, 2007).

A principal função da polpa é a formação de dentina. Os odontoblastos são formados a partir das células estaminais (células mesenquimais indiferenciadas) durante o desenvolvimento dentário. Estes formam a dentina que interage com o epitélio dentário dando início à formação do esmalte. Relativamente à formação dentária a polpa apresenta várias funções secundárias tais como, a hidratação, a sensibilidade e a defesa (Torabinejad & Walton, 2009).

Através do forâmen apical e dos canais laterais, a polpa comunica com o periodonto formado pelo cimento, ligamento periodontal e osso alveolar. A polpa e o periodonto separam-se da flora oral pela dentina, esmalte e gengiva aderida e quando são expostos resultam em patologia pulpar e periodontal (Torabinejad & Chivian, 1999).

A polpa também contém fibroblastos, que são encontrados em maior quantidade na porção coronária. Estes produzem e mantêm o colagénio e a substância fundamental da polpa e aquando de uma lesão são responsáveis pela alteração estrutural da polpa (Torabinejad & Walton, 2009).

No tempo de vida de um dente, o tecido pulpar vital, em resposta a diferentes estímulos biológicos e patológicos, contribui para a produção de três tipos de dentina:

dentina secundária, dentina peritubular e dentina reparadora. A circulação do tecido pulpar estende-se até à dentina tubular mantendo-a irrigada e conferindo-lhe resistência e resiliência, atribuindo assim aos dentes a capacidade de resistirem a forças mastigatórias (Stockton, 1999).

O principal objetivo biológico da Endodontia é manter a saúde pulpar quando não existe inflamação pulpar, ou regenerá-la em casos inflamatórios (Hargreaves & Cohen, 2011).

A Endodontia intervém através da instrumentação na diminuição de contaminação no interior dos canais, promovendo a sua reparação. Mas durante o tratamento podem ocorrer acidentes que podem trazer graves problemas, sendo desta forma necessária a busca de materiais que possibilitem um melhor tratamento (Bernardes, Fava & Machado, 2005).

Durante o período de *follow up* os pacientes estão sujeitos a sinais e sintomas de doença pulpar ou periradicular (Nosrat, Peimani & Asgary, 2013).

A Endodontia Reparativa está indicada em casos de pulpites reversíveis e permite a formação de uma barreira reparadora capaz de proteger os tecidos remanescentes (Ingle, Backland & Baumgartner, 2008).

A polpa em dentes decíduos ou dentes permanentes é histologicamente e funcionalmente semelhante. Em dentes decíduos o tratamento reparador é feito apenas através de proteções pulpares diretas e pulpotomias (Hargreaves & Cohen, 2011).

Uma das complicações mais frequentes em Endodontia são as perfurações radiculares (figura 1). Definidas como aberturas de causa iatrogénica ou patológica em que há comunicação entre o meio canalar e os tecidos periodontais e osso alveolar (Neto et al., 2012).

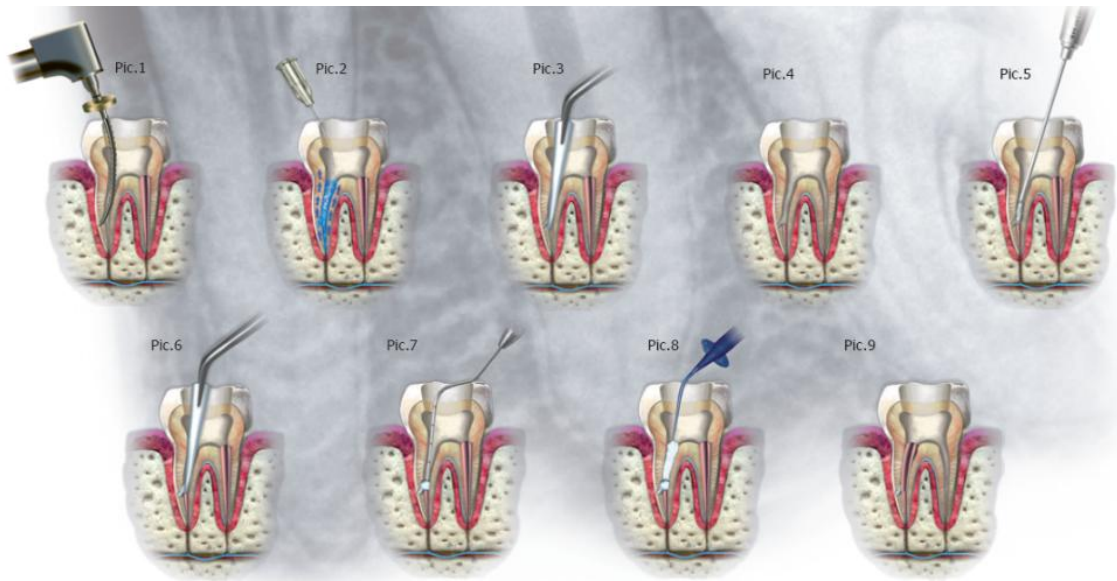


Figura 1- Imagem ilustrativa de reparação de perfuração radicular iatrogénica com MTA. Pic. 1 e 2- Instrumentação e irrigação com Hipoclorito de Sódio. Pic. 3- Com cones de papel secar o canal. Pic. 4- Preenchimento do canal até à zona da perfuração. Pic. 5 e 6- Colocação de MTA na zona da perfuração e condensar. Pic. 7- Colocação de bola de algodão húmida no canal. Pic. 8- Preenchimento do restante canal com um material provisório. Pic. 9- O MTA estimulou a formação de tecido duro, procede-se ao preenchimento definitivo do canal, sendo que se mantém o MTA no local. (Fonte: Cerkamed, 2013).

Podem ocorrer a nível cervical, médio ou apical da raiz e também na zona de furca. Nestes casos é essencial a obturação dos canais radiculares eliminando a comunicação do interior do canal com o meio externo, de forma a garantir uma boa reparação endodôntica (Bernardes et al., 2005).

As perfurações a nível da furca (figura 2) são consideradas um dos fatores mais graves para o sucesso do tratamento endodôntico, podendo resultar na perda dentária devido a problemas periodontais (Nascimento, Moura & Moura-Netto, 2009).

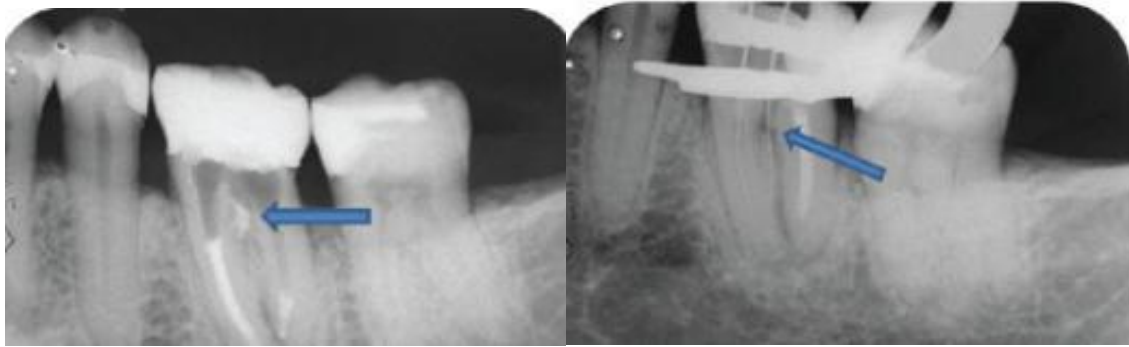


Figura 2- Reparação de perfuração a nível da furca com MTA (Fonte: Neto et al, 2012).

A proteção pulpar (figura 3) é uma técnica reparadora que consiste no recobrimento de uma exposição pulpar com o objetivo de manter a vitalidade da polpa. O recobrimento de exposições mecânicas tem maior probabilidade de sucesso do que a proteção de exposições causadas por cárie, isto se o profissional efetuar o tratamento e selar a cavidade corretamente. O sucesso da proteção de exposições pulpares vai depender também da capacidade do material de proteção evitar infiltrações bacterianas (Stockton, 1999).

O material ideal utilizado em proteções pulpares deve apresentar capacidade de promover a regeneração e manter as funções da polpa, não causar lesões ao complexo pulpo-dentinário, promover a formação de uma barreira de tecido mineralizado, ser radiopaco e bactericida, não interferir no processo fisiológico de reabsorção radicular, ser insolúvel em meio oral, ser dimensionalmente estável, não ser reabsorvível e ter boa capacidade de selamento (Neto, 2013).

Apesar da evolução na área da Biologia Pulpar, a técnica e filosofia da proteção pulpar direta continua a ser um assunto controverso. Estudos indicam que o prognóstico da proteção pulpar é variável dependendo, sobretudo, da restauração posterior (Stockton, 1999).



Figura 3- Imagem ilustrativa de uma proteção pulpar (Fonte: Endo, 2011).

A pulpotomia (figura 4) é outra das terapêuticas a nível da polpa vital em que a polpa da zona coronária é removida enquanto que a restante polpa fica protegida por um material capaz de estimular a formação de tecido duro mantendo-a vital e saudável (Nosrat et al., 2013).

Por outro lado a polpa da zona coronária pode não ser totalmente retirada, como acontece na pulpotomia parcial. Neste caso o tecido pulpar inflamado é retirado, expondo um tecido saudável que se preserva. Este método é semelhante ao de proteção pulpar direta sendo que apenas diferem na quantidade de tecido remanescente saudável (Ingle et al, 2008).

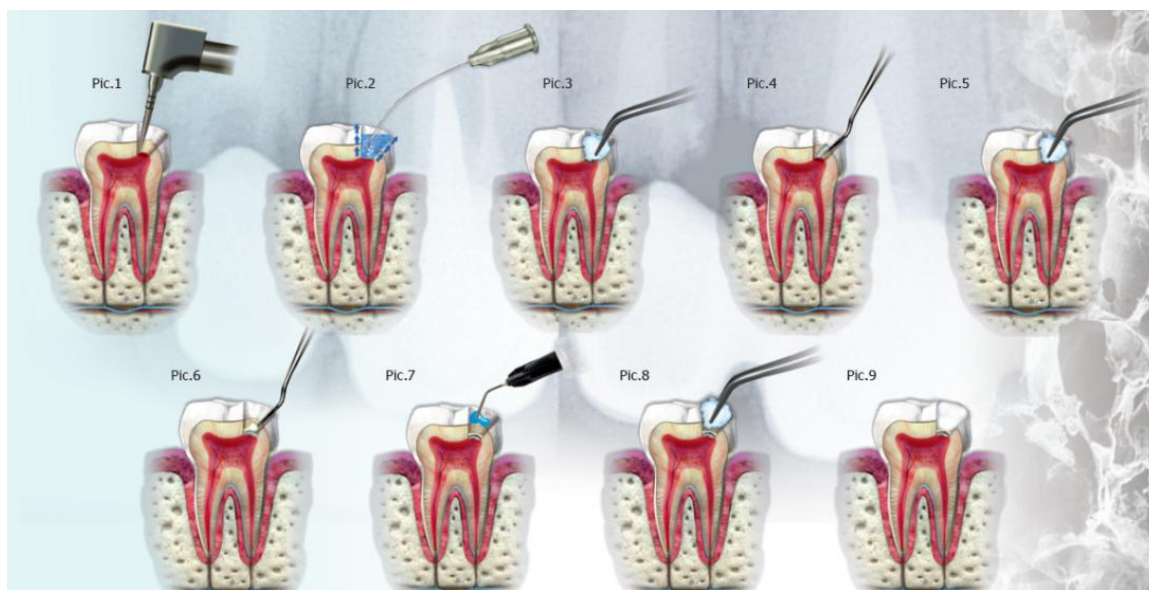


Figura 4- Imagem ilustrativa de pulpotomia com MTA. Pic. 1- Remoção do tecido cariado. Pic. 2 e 3- Desinfecção da área exposta com Hipoclorito de Sódio e controle da hemorragia. Pic. 4 e 5- Colocação do MTA na zona da exposição pulpar e remoção do excesso de umidade. Pic. 6- Restauração provisória. Pic. 7, 8 e 9- Substituição da restauração provisória por uma restauração definitiva. (Fonte: Cerkamed, 2013).

Outra terapêutica é o preenchimento apical retrógrado (figura 5), que tem como objetivo criar um selamento apical ou uma barreira entre o canal radicular e os tecidos periradiculares e osso alveolar (Perinpanayagam, 2009).

Desta forma, o material ideal para este procedimento deverá ter como características principais a biocompatibilidade e uma boa capacidade antimicrobiana e de selamento (Zhang, Pappen & Haapasalo, 2009).

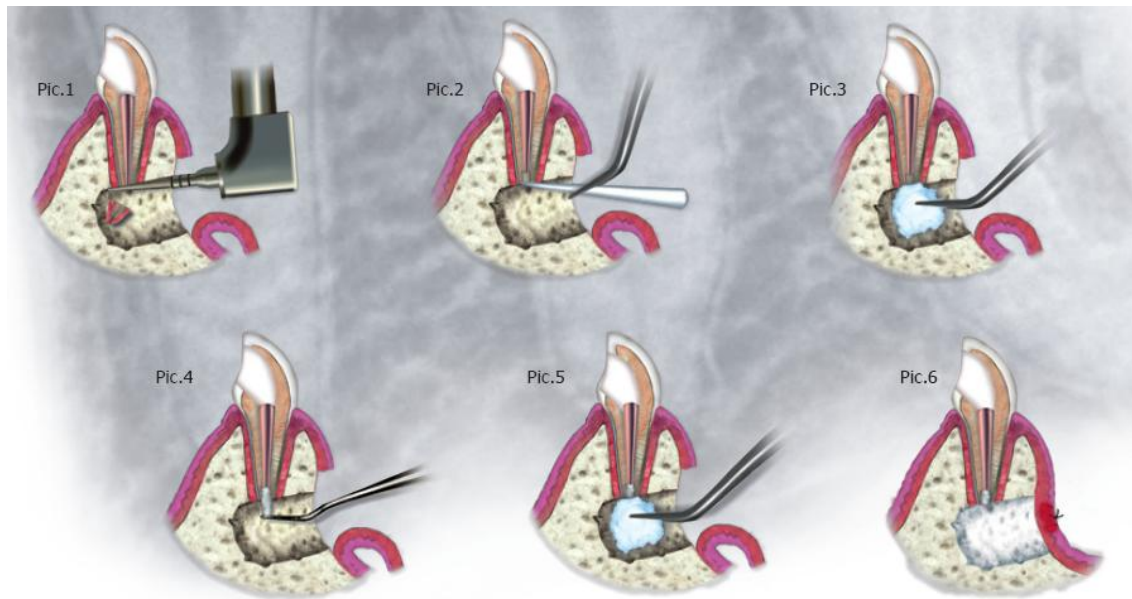


Figura 5- Imagem ilustrativa de um preenchimento apical retrógrado com MTA. Pic. 1- Preparar o acesso ao ápice e efetuar a secção da porção terminal da raiz. Pic. 2 e 3- Limpeza e secagem da porção seccionada e controle da hemorragia. Pic. 4- Colocação do MTA no canal e condensar. Pic. 5 e 6- Remoção dos excessos de material e encerramento do retalho. (Fonte: Cerkamed, 2013).

Tradicionalmente para reparação de raízes dentárias eram utilizados materiais normalmente designados para tratamentos restauradores a nível de coroas dentárias, mas estes materiais raramente eram suportados pelas estruturas envolventes (Perinpanayagam, 2009).

Assim outros materiais foram utilizados para este propósito, entre eles o Amalgama, o óxido de zinco eugenol, o IRM, as resinas compostas, os cimentos de fosfato de zinco e os ionómeros de vidro. Mas nenhum destes apresentou as características ideais para a sua utilização como material de reparação endodôntica. Por isso, novos materiais como o MTA, os Bioagregados, a Biodentina, o *Endosequence root repair material* e o Hidróxido de Cálcio foram utilizados, demonstrando melhores características e melhor capacidade de reparação endodôntica (Madfa et al., 2014).

Idealmente o material de reparação endodôntica deve apresentar radiopacidade, biocompatibilidade, ausência de toxicidade, boa capacidade de selamento, estabilidade dimensional, ser bactericida ou bacteriostático e não reabsorvível (Madfa et al., 2014).

Deve também apresentar uma manipulação simples e aderir às paredes dos canais radiculares sem sofrer alterações na sua posição quando submetido a forças mecânicas (Shokouhiejad et al., 2014).

Bioatividade é a capacidade dos materiais que consiste na capacidade de serem capazes de induzir uma resposta num tecido vivo. Estudos mostraram que tanto o MTA como os Bioagregados apresentaram resultados clínicos satisfatórios (Grotra & Subbarao, 2012).

Shokouhiejad et al (2012), realizaram um estudo que teve como objetivo avaliar a bioatividade do *Endosequence root repair material*, do Bioagregado e do MTA, utilizando 60 secções radiculares horizontais com preparação do espaço canal de forma normalizada. A exposição dos materiais a uma solução tampão salina de fosfato (PBS) causou precipitação dos cristais de apatite nas superfícies dos materiais e também na interface dentina-material. Esta precipitação aumentou ao longo do tempo em que os materiais foram expostos ao PBS, indicando que os materiais estudados são bioativos.

Nestes materiais, bioatividade consiste na capacidade que estes materiais revelam, de formarem cristais de hidroxiapatite sempre que o material interage com meios que contenham fosfato, tais como, o fluido tecidual e a dentina (Shokouhiejad et al., 2013).

As hidroxiapatites são depósitos de cálcio e fosfato que reforçam o colagénio. Este por sua vez, é a proteína predominante da matriz óssea (Endo, 2011).

Materiais biocerâmicos são produtos ou componentes cerâmicos utilizados a nível médico e dentário que têm propriedades osteoindutoras. Em medicina dentária, vários materiais osteoindutores são utilizados. É o caso da zircónia, da hidroxiapatite, do fosfato tricálcico, do silicato tricálcico e do silicato dicálcico. Segundo esta definição também o MTA é considerado um material biocerâmico (AlAnezi, Jiang, Safavi, Spangberg & Zhu, 2010).

Como recomendado pela *American Association of Endodontists*, a utilização de novos métodos de tratamento e novos materiais deve ser baseada em estudos laboratoriais, biológicos e clínicos (Parirokh & Torabinejad, 2010).

1. MTA

Desde meados dos anos 90 que o MTA tem sido utilizado como o material de referência em tratamentos conservadores da polpa vital, como por exemplo, na pulpotomia de dentes decíduos e na pulpotomia parcial em dentes definitivos (Madfa et al., 2014).

Desenvolvido por Mahmoud Torabinejad, o MTA apresenta-se como um cimento com propriedades satisfatórias em diversas situações clínicas (Tessare et al., 2005).

O MTA foi aprovado para utilização em Endodontia em 1998 pela *U.S Food and Drug Administration* e face às suas variadas aplicações é considerado um dos materiais mais versáteis nesta área (Rao et al., 2009).

1.1. Composição

O MTA deriva do cimento de Portland original, sendo uma mistura de cimento de Portland refinado e óxido de bismuto. Mas estes dois materiais não são similares, uma vez que o MTA apresenta menor tamanho de partículas e menor quantidade de metais pesados que o cimento de Portland (Roberts, Toth, Berzins & Charlton, 2008).

É um cimento hidrofílico que consiste em pequenas partículas hidrofílicas que quando contactam com água formam um gel coloidal (Madfa et al., 2014).

O MTA é composto por óxidos minerais e iões, principalmente iões Cálcio e Fosfato. Em virtude de estes iões fazerem parte da composição dos tecidos dentários resulta daí a biocompatibilidade atribuída a este material (Tessare et al., 2005).

Os íons de cálcio libertados pelo MTA interagem com o fosfato dos tecidos formando uma camada de apatite na interface MTA-dentina, permitindo a ligação química entre o MTA e a dentina (Shokouhiejad et al., 2013).

1.2. Características

É um cimento endodôntico biocompatível, radiopaco, hidrofílico, indutor de dentinogênese, cementogênese e osteogênese, com ação antimicrobiana e que confere um adequado selamento marginal (Tessare et al., 2005).

O seu tempo de presa é de aproximadamente 3 horas, mais longo que a maioria dos materiais, sendo esta uma das suas maiores desvantagens. A resistência deste material é menor que a do amálgama, super EBA e IRM, mas passado três semanas esta diferença já não se verifica (Grotra & Subbarao, 2012).

Outra das desvantagens associadas a este material são os custos elevados e os problemas de conservação, uma vez que o pó deve ser armazenado num recipiente selado e seco (Rao et al., 2009).

No momento da sua preparação, o MTA apresenta um pH de 10,2 e passadas 3 horas aumenta até aos 12,5 (Grotra & Subbarao, 2012).

Torabinejad, Hong, McDonald e Ford (1995) realizaram um estudo onde avaliaram o pH do MTA. Observaram que se alterava com o passar do tempo (Figura 6), sendo que quando misturado o seu pH era de 10,2 e durante as 3 horas seguintes aumentava atingindo um valor de 12,5 que depois se mantinha constante.

Visto que apresenta um elevado pH de superfície, tem capacidades reparadoras semelhantes ao hidróxido de cálcio mas, ao contrário deste, o MTA apresenta uma boa dureza, não sofre reabsorção e apresenta uma adaptação ao pavimento da cavidade, quando utilizado como protetor pulpar, semelhante ao super EBA (Hargreaves & Cohen, 2011).

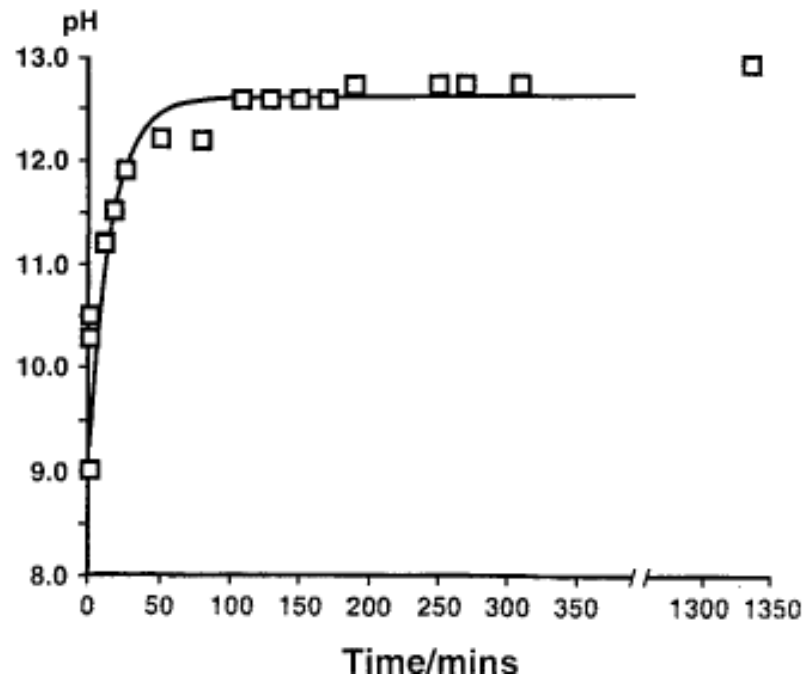


Figura 6- Variação dos valores de pH do MTA em diferentes intervalos de tempo (Fonte: Torabinejad, Hong, McDonald & Ford, 1995).

Em condições fisiológicas o MTA vai sofrendo hidratação gradual e estabelecendo ligações com os cristais de hidroxiapatite presentes no fluido tecidual. Este material quando endurecido apresenta baixa citotoxicidade e boa biocompatibilidade, induzindo uma resposta tecidual favorável (Perinpanayagam, 2009).

O MTA é utilizado em locais com alguma humidade sem perda das suas propriedades. Este fato permite distingui-lo de outros materiais que necessitam de campos absolutamente secos, o que por vezes é difícil conseguir (Tessare et al., 2005).

A humidade durante o tempo de presa é necessária e melhora a resistência à flexão deste cimento. Por esta razão é aconselhável na primeira consulta colocar uma bola de algodão humedecida sobre o MTA e na segunda consulta fazer a sua substituição pela restauração definitiva. Mas a humidade não pode ser excessiva, pois nesse caso irá dificultar o manuseamento do material (Rao et al., 2009).

MTA	
Vantagens	Desvantagens
Biocompatível	Tempo de presa elevado
Radiopaco	
Hidrofilico	
Indutor de dentinogénese, cementogénese e osteogénese	Custo elevado
Antimicrobiano	
Bom selamento marginal	Força de compressão baixa nas primeiras 3 semanas
Pode ser utilizado em locais com alguma humidade	
pH elevado	Difícil arrumação
Boa dureza	
Não sofre reabsorção	

Tabela 1 – Tabela resumo das vantagens e desvantagens do MTA.

1.3. Indicações

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 ápices abertos ou polpa necrótica (Madfa et al., 2014).

Devido à sua biocompatibilidade e capacidade de selamento, o MTA é o material de eleição em tratamentos de comunicações entre o meio canalar e o meio oral e em terapia de polpa vital (Krasti et al., 2013).

Utilizado em pulpotomias, proteções pulpares, apexificações, perfurações radiculares e de furca, fraturas radiculares e em retrobturações (Tessare et al., 2005).

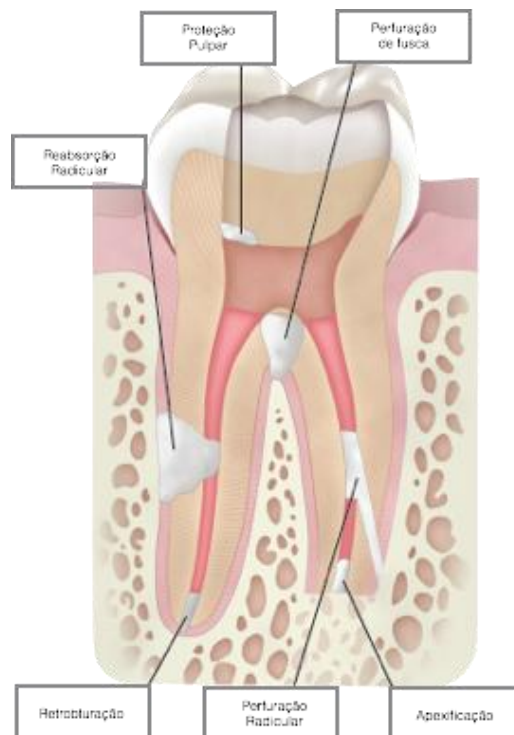


Figura 7- Diferentes aplicações do MTA (Adaptado de: Dentsply Tulsadental Specialities, 2014).

Estudos têm demonstrado que o MTA é bastante eficaz em reparações de perfurações radiculares, em restauração de estruturas radiculares danificadas e no selamento apical radicular. O propósito deste preenchimento é criar um selamento apical ou barreira protetora entre os componentes do sistema canalar e os tecidos periapicais. Dai que, os materiais utilizados necessitem de possuir propriedades físicas como biocompatibilidade e ausência de toxicidade com as estruturas adjacentes (Perinpanayagam, 2009).

Fukunaga et al. (2007) apresentou um caso clínico de um dente 22 (figura 8), que apresentava sintomatologia dolorosa e presença de fístula. Após exame radiográfico verificou-se que este apresentava uma perfuração radicular lateral mesial. Após realização do retratamento endodôntico e colocação de MTA observou-se o desaparecimento da fístula após uma semana. Segundo o mesmo autor, no tratamento de perfurações radiculares este material é mais eficaz devido à sua capacidade de promover a regeneração dos tecidos endoperiodontais.

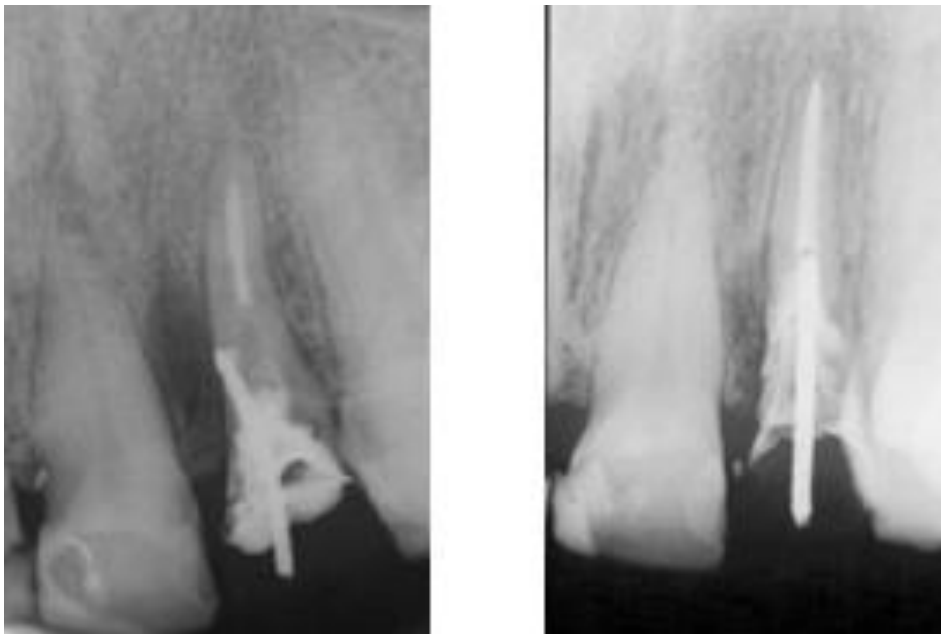


Figura 8- Perfuração radicular do dente 22 e sua reparação com MTA (Fonte: Fukunaga et al., 2007).

Um outro estudo pretendeu comparar o MTA como protetor pulpar com o material de diferenciação de odontoblastos (ODM), enquanto protetor pulpar este consiste numa mistura de dexametasona, β -glicerofosfato e vitamina D. Os resultados demonstraram que a dentina reparadora formada em ambos os casos era semelhante, embora o MTA apresentasse menores valores de inflamação durante o estudo (Moazzami, Ghahramani, Tamaddon, Nazhavani & Adl, 2014).

Segundo Neto et al. (2012) a utilização de um cimento à base de MTA como material de preenchimento é favorável em casos de perfurações radiculares.

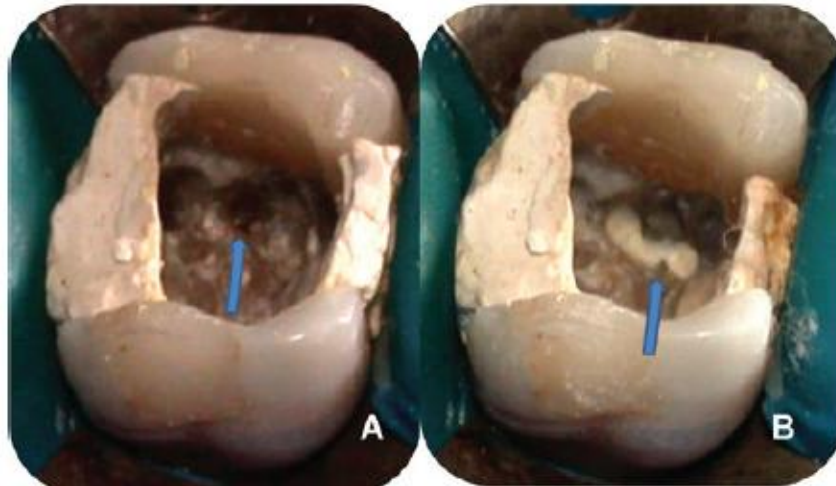


Figura 9- Perfuração do pavimento da câmara pulpar do dente 16 e seu preenchimento com MTA (Fonte: Neto et al, 2012).

Nosrat et al. (2013) compararam MTA, cimento de mistura enriquecido com cálcio (CEM) e Hidróxido de Cálcio quando utilizados em pulpotomias. Os grupos onde foi utilizado o MTA e o CEM apresentaram vitalidade pulpar, sem inflamação e também células *odontoblastos-like*. Por outro lado a resposta ao Hidróxido de cálcio mostrou-se imprevisível.

Em 2009 um estudo comparou a capacidade seladora do amálgama de prata com do MTA em perfurações de furca. A amostra foi de 24 molares superiores e inferiores e concluiu que o MTA apresenta um melhor selamento em perfurações de furca que o amálgama de prata (Nascimento et al., 2009).

1.4. Manipulação

A manipulação do MTA é feita em papel ou vidro utilizando uma espátula de plástico ou metálica. Mistura-se o pó e a água numa proporção de 3/1 adquirindo uma constituição putty. Depois de misturado não deve ser deixado em repouso a sofrer desidratação, deve sim ser utilizado imediatamente enquanto a consistência é correta (Rao et al., 2009).

Quando a mistura apresenta um excesso de humidade, o excedente de água pode ser retirado com uma compressa seca ou uma esponja. Por outro lado, quando a mistura se encontra demasiado seca, mais água deve ser adicionada até ser obtida a consistência pretendida (Torabinejad & Chivian, 1999).

Após utilização a placa onde foi feita a mistura pode ser lavada com água corrente (Torabinejad & Chivian, 1999).



Figura 10- Manipulação MTA (Fonte: CerKamed, 2013).



Figura 11- Consistência do MTA após manipulação (Fonte: CerKamed, 2013).

1.5. Interações

Aquando da aplicação deste cimento no tratamento endodôntico é necessário ter em conta algumas possíveis interações com outros materiais, o Digluconato de clorexidina, que pode causar dificuldades no correto momento da tomada de presa e o Hipoclorito de Sódio que pode causar diminuição do tempo de presa. O Cloreto de Sódio e a Lidocaína pelo contrário, podem aumentar o tempo de presa (CerKamed, 2013).

1.6. MTA cinzento Vs. MTA branco

Inicialmente o MTA apareceu como uma fórmula de cor cinzenta. Atualmente, já é produzida uma fórmula que permite obter uma coloração similar à do dente, o MTA branco. Estes dois materiais diferem pela ausência de ferro na composição em relação ao MTA branco (Park, Hong, Kim, Lee & Shin, 2010).

Também o alumínio e magnésio aparecem em menor quantidade no MTA branco do que no MTA cinzento (Ma, Shen, Stojicic & Haapasalo, 2011).

Estes dois tipos de MTA não contêm potássio, mas apresentam óxido de bismuto na sua constituição o que lhes confere radiopacidade. O MTA cinzento é composto essencialmente por silicato dicálcico e tricálcico e óxido de bismuto, enquanto que o MTA branco é composto apenas por silicato tricálcico e óxido de bismuto (Grotra & Subbarao, 2012).

A utilização de MTA cinzento tem o inconveniente de poder causar descoloração dentária e da gengiva marginal o que, principalmente em zonas estéticas, é uma desvantagem. Assim, este material foi reformulado dando origem ao surgimento do MTA branco (Bortoluzzi, Araújo, Tanomaru & Tanomaru-Filho, 2007).

Krasti et al., 2013 relatou que também o MTA branco pode causar descoloração, devendo-se este facto à presença de óxido de bismuto também na sua composição. No entanto, não há evidência científica que apoie esta afirmação (Krasti et al., 2013).

1.7.ProRoot®MTA

O MTA tem sido utilizado nos últimos 10 anos sob a designação de ProRoot®MTA (Chung et al., 2010).

Este material é fabricado pela *Dentsply Tulsa Dental Specialties* e apresenta-se na forma de pó que deverá ser misturado com água para ser utilizado. Por forma a atingir rapidamente a consistência adequada e poder ser imediatamente utilizado na área pretendida a quantidade de água necessária deve ser medida previamente (Dentsply Tulsadental Specialties, 2014).



Figura 12- ProRoot®MTA (Fonte: Dentsply Tulsadental Specialties, 2014).

A formulação atual do MTA apresenta as propriedades físicas e características necessárias de modo a ser considerado um material de reparação endodôntica eficaz. A sua utilização está indicada em apexificações, perfurações radiculares, reabsorções radiculares, selamento apical e proteções pulpares (Dentsply Tulsadental Specialties, 2014).

1.8.MTA-Angelus Reparative Cement®

Mais recentemente, novos produtos semelhantes ao ProRoot®MTA original têm sido introduzidos no mercado, como é o caso do MTA-Angelus® (Chung et al., 2010).

Este material é composto por 80% de cimento de Portland e 20% de óxido de bismuto (Park et al., 2010).

É um cimento de reparação endodôntica que está indicado para perfurações laterais e de furca, apexificações, reabsorções internas, pulpotomias, proteções pulpares e apexogênese. Nas proteções pulpares são libertados íons de cálcio permitindo a

formação de dentina enquanto que nas perfurações promove a regeneração biológica (The Dental Advisor, 2013).

MTA-Angelus® material foi concebido para ser utilizado em meios húmidos e por este motivo quando absorve água forma um gel que posteriormente solidifica. A sua forma de apresentação é um pó ao qual se deverá misturar água no momento da sua utilização. A sua viscosidade é passível de ser alterada modificando as proporções de pó e/ de água. Este material é radiopaco e de cor branca, o que o torna esteticamente aceitável. A sua textura tem uma consistência menos arenosa do que a de outros cimentos de reparação, o seu tempo de trabalho é adequado bem como a sua manipulação (The Dental Advisor, 2013).



Figura 13- MTA – Angelus reparative cement® (Fonte: The Dental Advisor, 2013).

2. Bioagregados

Os Bioagregados apresentam uma nova geração de materiais utilizados, igualmente, na reparação canalár. Este material da *Innovative BioCeramik inc.* é constituído uma mistura de cimento em pó fino de cor branca hidrofílico para utilização em Medicina Dentária (Grotra & Subbarao, 2012).

2.1.Composição

O Bioagregado é composto por silicato tricálcico e dicálcico, pentóxido de tântalo e fosfato de cálcio. O pentóxido de tântalo confere-lhe radiopacidade (Madfa et al., 2014).

Este material apresenta uma constituição semelhante à do MTA branco, com a diferença de que não contém alumínio na sua composição, mas contém fosfato de cálcio monobásico e pentóxido de tântalo (Shokouhiejad et al., 2012).

Park et al. (2010) estudaram a composição de ambos os materiais, utilizando a técnica de difração de raio-x para identificar a estrutura cristalina dos cimentos. Neste estudo foram examinadas as diferenças químicas entre o MTA branco e o Bioagregado, tanto na forma de pó como na forma de pasta. Os autores concluíram que ambos os materiais apresentam uma composição semelhante, sendo que o Bioagregado apresenta óxido de tântalo em vez de óxido de bismuto (Figura 14).

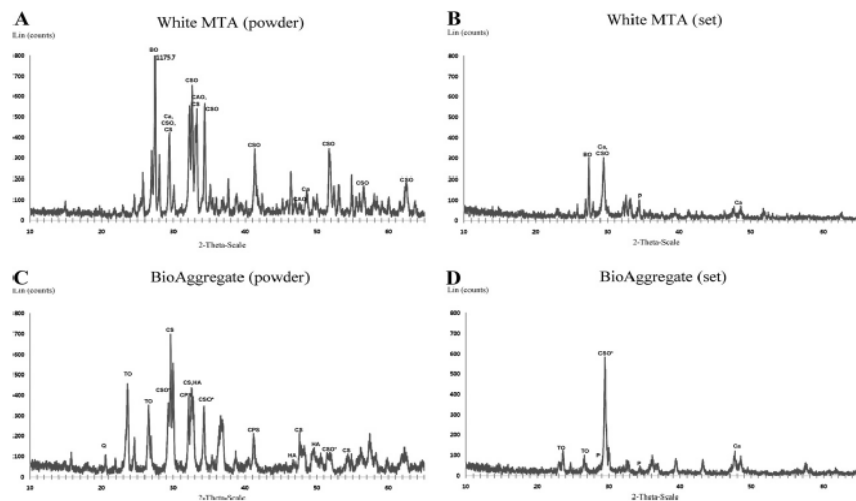


Fig. 1. X-Ray diffraction patterns of White MTA (A, B) and BioAggregate (C, D) in the powder (A, C) and set (B, D) forms. *BO*, bismuth oxide (bismite; $\alpha\text{-Bi}_2\text{O}_3$); *Ca*, calcite (CaCO_3); *CAO*, calcium aluminum oxide ($\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$); *CPS*, calcium phosphate silicate ($\alpha\text{-Ca}_2\text{SiO}_4 \cdot 0.05\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$); *CSO*, calcium silicate oxide ($\text{Ca}_3(\text{SiO}_4)\text{O}$); *CSO**, calcium silicate oxide (Ca_2SiO_5); *HA*, hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$); *P*, portlandite ($\text{Ca}(\text{OH})_2$); *Q*, quartz ($\alpha\text{-SiO}_2$); *TO*, tantalum oxide (Ti_2O_5).

Figura 14- Constituição cristalina do MTA branco e do Bioagregado. A) MTA branco em pó. B) MTA branco em pasta. C) Bioagregado em pó. D) Bioagregado em pasta. (Fonte: Park, Hong, kim, Lee & Shin, 2010).

2.2. Características

Os Bioagregados são resultado de nanotecnologia para a formação de partículas cerâmicas que, quando em contacto com água, produzem um biomaterial cerâmico biocompatível e sem alumínio (Grotra & Subbarao, 2012).

Este material promove a cementogénese, e apresenta um bom selamento hermético no interior do canal, previne a infiltração bacteriana, para além de apresentar fácil manipulação (Grotra & Subbarao, 2012).

Yuan, Peng, Jiang, Bian e Yan (2010) testaram o efeito do Bioagregado em odontoblastos, comprovando que este material não é citotóxico e consegue induzir a expressão de genes associados com a mineralização em células odontoblásticas.

Sayed & Saeed (2012) comparou a capacidade de selamento apical do DiaRoot®Bioagregado com a capacidade de selamento do amálgama, do IRM e do MTA. A amostra foram as raízes de 60 incisivos maxilares. Foi concluído que o

Bioagregado apresentava uma maior capacidade de selamento apical, logo seguido do MTA (Sayed & Saeed, 2012).

Os Bioagregados apresentam uma biocompatibilidade maior do que qualquer outro material de reparação. Estes não apresentam efeitos adversos na microcirculação do tecido conjuntivo e são biocompatíveis com o tecido periradicular vital (Grotra & Subbarao, 2012).

Chung et al. (2010) realizaram um estudo que pretendeu comparar a biocompatibilidade do Bioagregado com a do ProRoot®MTA branco em células da polpa dentária e periodontais. Para este fim, foi analisado o crescimento das células pulpares e a sua ligação a estes materiais (Figuras 15 e 16). Durante o estudo, o MTA revelou algumas lacunas na ligação das células ao material enquanto tomava presa. No final, concluiu-se que o Bioagregado tem uma compatibilidade comparável à do MTA revelando este, igualmente, ausência de toxicidade para as células pulpares, como também, para as células periodontais.

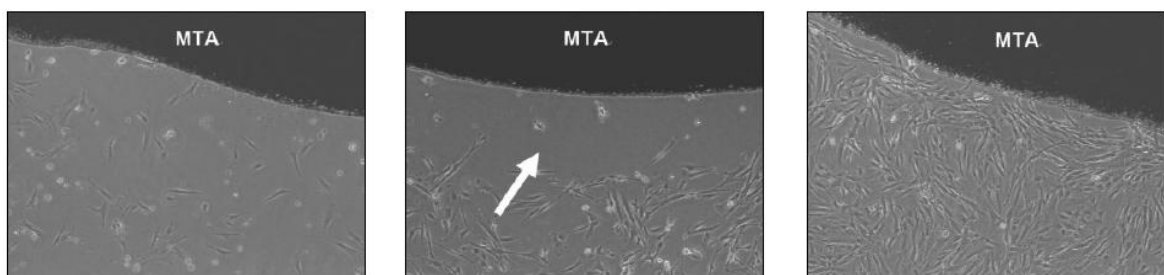


Figura 15- Crescimento de células pulpares e a sua ligação ao MTA (Fonte: Chung, Kim & Shin, 2010).

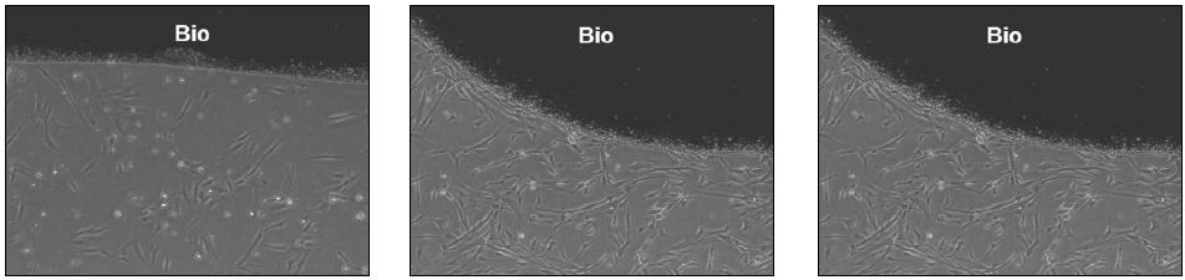


Figura 16- Crescimento de células pulpares e a sua ligação ao Bioagregado (Fonte: Chung, Kim & Shin, 2010).

	Bioagregados	MTA
Citotoxicidade	+	+
Biocompatibilidade	++	+
Selamento apical	++	+

Tabela 2 – Tabela comparativa das características dos Bioagregados e do MTA

2.3. Indicações

As aplicações do Bioagregado são semelhantes às do MTA. (Chung, Kim & Shin, 2010).

Este está indicado, também, em reparação de perfurações e reabsorção radicular, selamento apical, apexificação e proteção pulpar (Madfa et al., 2014).

2.4. Manipulação

A manipulação do Bioagregado é feita misturando um líquido com pó num recipiente de mistura. Estes 2 componentes deverão ser misturados com uma espátula durante cerca de 2 minutos até que as partículas hidratadas adquiram a consistência de pasta. É necessário ter em conta que o excesso de líquido pode alterar as propriedades do material e o seu tempo de presa (Endo, 2011).

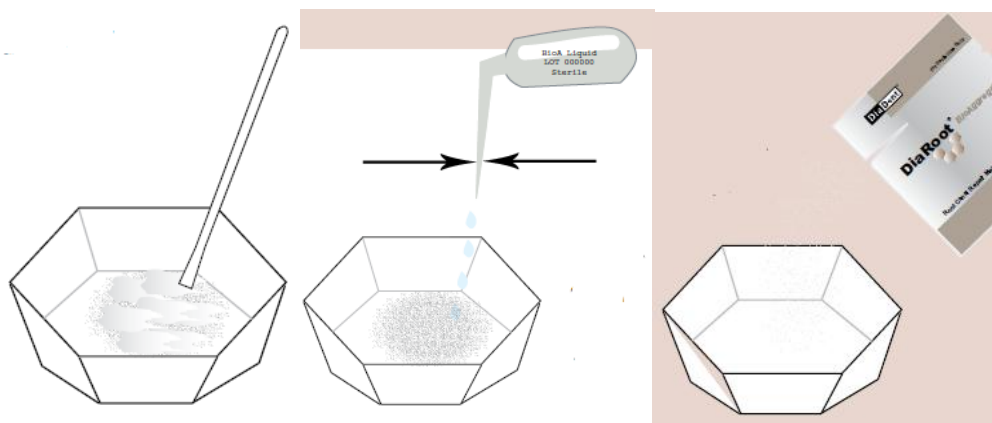


Figura 17- Manipulação de Bioagregado (Fonte: Endo, 2011).

O seu tempo de trabalho é de pelo menos 5 minutos, após a sua preparação forma-se uma pasta espessa. Se for necessário um maior tempo de trabalho a mistura deve ser coberta com uma compressa húmida (Grotra & Subbarao, 2012).

2.5. DiaRoot®Bioaggregate

É um pó de cor branca, biocompatível, composto por cerâmica nano-particulada. Após a sua mistura com líquido cria um pó bioagregado hidrofílico que promove a

cementogênese. Apresenta capacidade bactericida, uma fácil manipulação e uma boa capacidade de selamento apical, o que o torna um bom material de reparação endodôntica (Endo, 2011).

Indicado para reparação de perfurações ou reabsorções radiculares, para selamento apical, apexificações e protecção pulpar (Endo, 2011).



Figura 18- DiaRoot®Bioaggregate (Fonte: Endo, 2011).

3. Endosequence root repair material

Um material que pode ser utilizado como substituto do MTA é o *Endosequence root repair material* (Lovato & Sedgley, 2011).

3.1.Composição

O *Endosequence root repair material* é um material biocerâmico constituído por silicatos de cálcio, óxido de zircónio, óxido de tântalo, fosfato de cálcio monobásico e agentes de enchimentos. É produzido com partículas nano-esféricas que permitem ao

material entrar nos túbulos dentinários e interagir com a humidade presente na dentina, criando uma ligação mecânica com esta durante a toma de presa (Shokouhiejad et al., 2014).

O óxido de zircónio confere radiopacidade. Por sua vez o fosfato de cálcio monobásico é incluído no cimento para facilitar a sua reação com o hidróxido de cálcio formando assim água e hidroxiapatite após a ativação do cimento pela água (Loushine et al., 2011).

Este cimento não contém alumínio na sua constituição (Shokouhiejad et al., 2013).

Endosequence Root Repair Material	Bioagregados	MTA
Óxido de Tântalo		Óxido de Bismuto
Contém Fosfato de Cálcio Monobásico		Contém Alumínio

Tabela 3 – Diferenças na composição do *Endosequence root repair material*, dos Bioagregados e do MTA

3.2. Características

Endosequence root repair material é um material hidrofílico, insolúvel e radiopaco (Shokouhiejad et al., 2013).

Possui capacidade antimicrobiana devido ao seu pH alcalino (Lovato & Sedgley, 2011).

É biocompatível, osteogénico, resistente à humidade e antibacteriano (Technomedics, 2012).

AlAnezi et al. (2010) dirigiram um estudo onde compararam a citotoxicidade do *Endosequence root repair material* com a do MTA, após a mistura e depois da tomada de presa, demonstrando que em ambas as situações, os dois materiais apresentaram citotoxicidade semelhante.

Também Damas et al (2011) dirigiram um estudo onde compararam a citotoxicidade do *Endosequence root repair material* com a do ProRoot®MTA e com a do MTA-Angelus®, confirmando que a citotoxicidade destes materiais é semelhante.

Hirschman, Wheeler, Bringas e Hoen (2012) efetuaram um estudo onde compararam a citotoxicidade do *Endosequence root repair material* com a do MTA-Angelus®, através da percentagem de fibroblastos dérmicos viáveis após exposição ao material. Os autores concluíram que estes materiais apresentam citotoxicidade semelhante. (Figura 19).

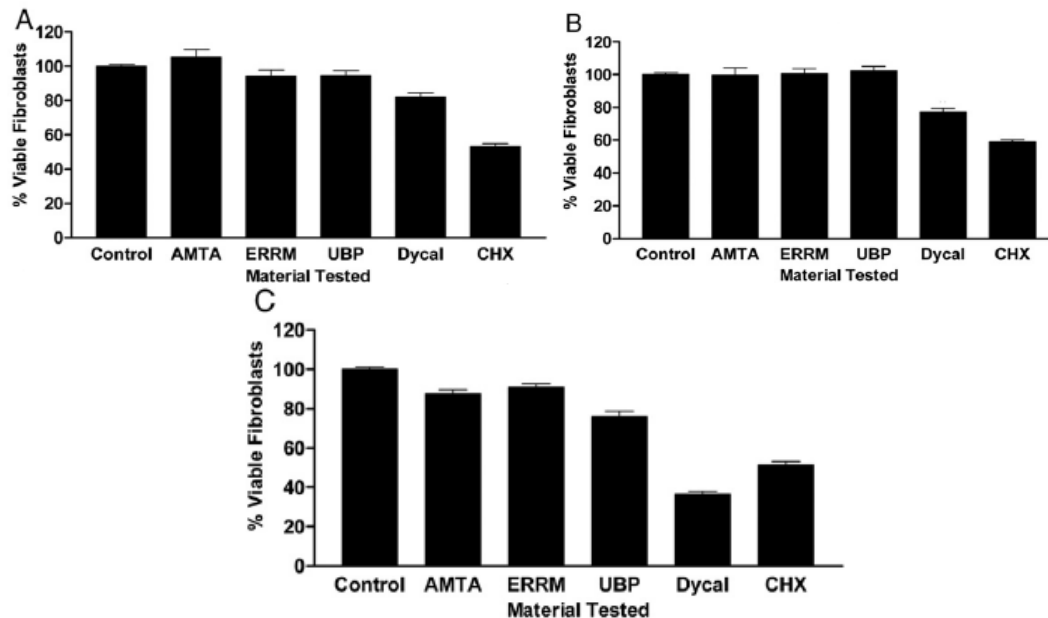


Figura 19- Avaliação da citotoxicidade do *Endosequence root repair material* e do MTA-Angelus® em comparação com o grupo controlo fixado nos 100% através da percentagem de fibroblastos dérmicos viáveis. A) Passado 2 dias. B) Passado 5 dias. C) Passado 8 dias. (Fonte: Hirschman, Wheeler, Bringas & Hoen, 2012).

Os estudos demonstraram que a quantidade e qualidade das ligações das células aos materiais podem ser utilizadas como um dos critérios de avaliação da biocompatibilidade do material (Ma et al., 2011).

O *Endosequence root repair material* apresenta também uma excelente biomineralização quando comparado com o MTA, como ilustra a figura 20 onde se consegue observar a adesão do material aos fibroblastos dos tecidos após sete dias de incubação (Ma et al., 2011).

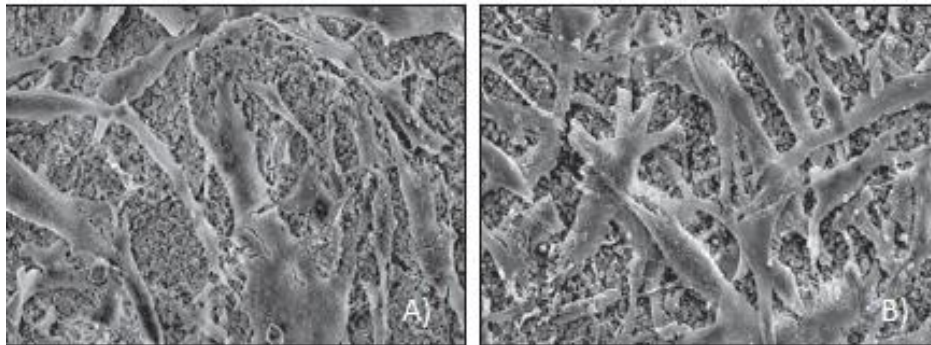


Figura 20- Adesão de fibroblastos tecidulares ao material. A) MTA. B) *Endosequence root repair material*. (Fonte: Ma, Shen, Stojicic & Haapasalo, 2011).

A humidade presente nos túbulos dentinários permite que o material atue. Para além, disso este material tem boa ligação à dentina adjacente, não sofrendo contração e apresenta propriedades biocompatíveis. A sua principal vantagem é ser um material consistente a cada aplicação e apresentar uma melhor manipulação quando comparado com o MTA (Madfa et al., 2014).

Um outro estudo comparou a resistência de adesão no interior do canal radicular de diferentes materiais, o *Endosequence root repair material*, os Bioagregados e o MTA quando expostos ao PBS. Os resultados demonstraram que o *Endosequence root repair material* teve uma melhor resistência de adesão à dentina que os outros 2 materiais. Também se concluiu que com o aumento do tempo de incubação a resistência

de adesão, bem como a bioatividade de todos os materiais melhorou (Shokouhiejad et al., 2013).

	<i>Endosequence Root Repair Material</i>	MTA
Citotoxicidade	+	+
Biomíneralização	++	+
Resistência de união à dentina	++	+

Tabela 4 - Tabela comparativa das características do *Endosequence root repair material* com as do MTA.

3.3. Indicações

A utilização do *Endosequence root repair material* está indicada em retrobturações, reparação de perfurações e reabsorções radiculares, apexificações e protecções pulpare (Technomedics, 2012).

	MTA	Bioagregado	<i>Endosequence root repair material</i>
Pulpotomia	X		
Proteção pulpar	X	X	X
Apexificação	X	X	X
Perfuração radicular	X	X	X
Perfuração de furca	X	X	X
Fratura radicular	X		
Retrobturação	X		
Selamento apical	X	X	
Reabsorção radicular	X	X	X

Tabela 5 - Tabela resumo das indicações do MTA, do Bioagregado e do *Endosequence root repair material*.

3.4. Manipulação

Este material apresenta um melhoramento na sua manipulação quando comparado com o MTA (Lovato & Sedgley, 2011).

Contém veículos espessantes isentos de água que permitem que o cimento seja entregue na forma premisturada (Loushine et al., 2011).

Contudo a humidade é necessária para que este material endureça. O seu tempo de trabalho é cerca de 30 minutos, sob condições normais (Shokouhiejad et al., 2013).

Apresenta um tempo de presa de cerca de 2horas e pH alcalino (+12) (Technomedics, 2012).

3.5. *Endosequence root repair material* pasta Vs. *Endosequence root repair material* putty

Apresenta-se em duas formas: *Endosequence root repair material* pasta em seringa e *Endosequence root repair material* putty (Technomedics, 2012).

A pasta apresenta baixa viscosidade, enquanto que a forma de putty apresenta uma alta viscosidade (Shokouhiejad et al., 2013).

A seringa com pasta premisturada contém pontas intracanales que podem ser dobradas e adaptadas a diferentes situações clínicas (AlAnezi et al., 2010).

O estudo Shokouhiejad et al. (2014) comparou a resistência de deslocamento do *Endosequence root repair material* com a do MTA, quando expostos a PBS (pH =7,4) e a um meio ácido (pH= 4,4). O autor concluiu que tanto o *Endosequence root repair material* pasta como o MTA, apresentaram uma diminuição da resistência de adesão, enquanto o *Endosequence root repair material* putty não sofreu alterações na sua resistência de adesão à dentina em meio ácido (Shokouhiejad et al., 2014).



Figura 21- *Endosequence root repair material* pasta (Fonte: Technomedics, 2012).

Tanto o *Endosequence root repair material putty* como *Endosequence root repair material pasta* são materiais biocerâmicos prontos a usar. Este está recomendado no reparo de perfurações, cirurgia apical, selamento apical e proteção pulpar (Madfa et al., 2014).



Figura 22- *Endosequence root repair material putty* (Fonte: Technomedics, 2012).

A adaptação marginal dos materiais: *Endosequence root repair material pasta*, *Endosequence root repair material putty* e MTA, foi estudada por Shokouhiejad, Nekoofar, Ashoftehyazdi, Zahraee & Khoshkhounejad (2014). O estudo utilizou 36 dentes monoradiculares e quando observadas as secções transversais dos dentes não se verificaram grandes diferenças entre os três materiais. Contudo quando foram observadas as secções longitudinais, o *Endosequence root repair material pasta* apresentou resultados inferiores em relação ao MTA e ao *Endosequence root repair material putty*, embora estas não sejam consideradas estatisticamente significativas. Assim concluiu-se que não há grandes diferenças entre a adaptação marginal do MTA e do *Endosequence root repair material*. Pelo facto do *Endosequence root repair material putty* apresentar uma ligeira melhor adaptação marginal, poderá ser considerado mais eficaz quando utilizado em selamentos apicais que o *Endosequence root repair material pasta* (Shokouhiejad et al., 2014).

Lovato & Sedgley (2011) num estudo *in vitro* tiveram como objetivo determinar se o *Endosequence root repair material* putty e o *Endosequence root repair material* pasta apresentam capacidade antibacteriana contra *Enterococcus Feacalis*. Bem como, as diferenças entre estes materiais no que concerne a susceptibilidade das bactérias à sua presença. Concluíram que ambos os materiais têm propriedades antibacterianas semelhantes, contudo as estirpes bacterianas apresentam susceptibilidade diferente a cada um dos materiais estudados (Lovato & Sedgley, 2011).

	Endosequence Root Repair Material pasta	Endosequence Root Repair Material putty
Viscosidade	Baixa	Alta
Adaptação marginal	+	++
Capacidade antibacteriana	+	+
Resistência de união em meio ácido	Diminui	Mantem-se

Tabela 6 – Diferenças entre as propriedades do *Endosequence root repair material* pasta e as do *Endosequence root repair putty*

III. Conclusão

A reparação endodôntica visa a diminuição da contaminação do sistema canalар de forma a permitir a sua reparação e assim manter a vitalidade e saúde pulpar.

O material ideal deve apresentar radiopacidade, boa capacidade de selamento, estabilidade dimensional, ser bactericida ou bacteriostático, não reabsorvível, biocompatível e apresentar ausência de toxicidade e promover a reparação e formação das estruturas adjacentes.

Dado o avanço constante ao nível do conhecimento sobre a Biologia Pulpar e do aumento das exigências dos tratamentos, novos materiais foram desenvolvidos.

O MTA tem sido o material de referência na área da Reparação Pulpar apresentando a maioria das características pretendidas de um material ideal. Apresenta-se em duas formas: o MTA cinzento e o MTA branco que se diferenciam pela ausência de ferro e pelas menores quantidades de alumínio e magnésio no MTA branco.

Este material apresenta diversas aplicações em Endodontia. É utilizado em reparação de perfurações radiculares, selamento apical, pulpotomia, proteção pulpar, fratura radicular, retrobturação e como barreira apical de dentes com ápices abertos ou com necrose pulpar.

É um cimento endodôntico biocompatível, radiopaco, hidrofílico, indutor de dentinogénese, cementogénese e osteogénese, com ação antimicrobiana.

Mas apresenta algumas desvantagens como o tempo de presa elevado, uma resistência inicial inferior a outros materiais e uma difícil manipulação. Assim novos materiais melhorados como Bioagregados e o *Endosequence root repair material*, surgiram tentando substituir o MTA e superar as suas desvantagens.

O Bioagregado resulta de nanotecnologia para a formação de partículas cerâmicas que quando em contacto com água produzem um biomaterial cerâmico biocompatível e sem alumínio, promovendo a cementogénese, prevenindo a infiltração bacteriana e apresenta manipulação simples.

Este material quando comparado com outros materiais apresenta maior biocompatibilidade.

Outro material que pode ser utilizado em substituição do MTA é o *Endosequence root repair material*. Apresenta um melhoramento na sua manipulação e um tempo de presa inferior quando comparado com o MTA.

O *Endosequence root repair material* possui capacidade antimicrobiana devido ao seu pH alcalino e é um material hidrofílico, insolúvel e radiopaco. Está recomendado em retrobturação, reparação de perfurações e reabsorções radiculares, apexificação e proteção pulpar.

Apresenta-se na forma de pasta ou putty. Ambas as formas são premisturadas, contendo veículos espessantes isentos de água, facilitando a sua utilização.

Ambos os materiais, os Bioagregados e o *Endosequence root repair material*, são materiais biocerâmicos e apresentam uma constituição semelhante ao MTA branco, com a diferença que não contêm alumínio na sua constituição, contudo contêm fosfato de cálcio monobásico e pentóxido de tântalo.

A manipulação do MTA e do Bioagregado é feita misturando pó com líquido até adquirir a consistência pretendida. Contudo a manipulação do *Endosequence root repair material* é mais simples, uma vez que este material se encontra na forma de pasta ou putty premisturada.

Novas exigências para um melhor tratamento requerem uma evolução e descoberta de novos materiais capazes de corresponderem aos diferentes requisitos de cada caso clínico. Então perante cada caso, o profissional deve adaptar o tratamento da forma mais correta, optando pelo material que melhor se adapta a cada caso específico.

IV. Bibliografia

- AlAnezi, A. Z., Jiang, J., Safavi, K. E., Spangberg L. S. W., Zhu, Q. (2010). Cytotoxicity evaluation of endosequence root repair material. *OOOOE*, 109: e122-e125. doi:10.1016/j.tripleo.2009.11.028.
- Bernardes, C., Fava, A. S., Machado, M. L. B. B. L. (2005, Abril). Análise dos materiais de reparo no tratamento das perfurações radiculares. Revisão da literatura. *Electronic Journal of Endodontics Rosario*. Disponível em <http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/1398/29-59-1-PB.pdf?sequence=1>.
- Bortoluzzi, E. A., Araújo, G. S., Tanomaru, J. M. G., Tanomaru-Filho, M. (2007). Marginal gingiva discoloration by gray MTA: a case report. *JOE*, 33: 325-327. doi:10.1016/j.joen.2006.09.012.
- Cerkamed. (2013). Clinical Applications of Cement MTA. Disponível em <<http://cerkamed.pl/cms/Clinical%20Applications%20of%20cement%20MTA.pdf>>. Acesso em 10/08/2014.
- Chung, C. R., Kim, E., Shin, S. J. (2010). Biocompatibility of Bioaggregate cement on human pulp and periodontal ligament (PDL) derived cells. *JKACD*, 35(6): 473-478. doi: 10.5395/JKACD.2010.35.6.473.
- Damas, B. A., Wheeler, M. A., Bringas, J. S., Hoen, M. M. (2011, Março). Cytotoxicity comparison of mineral trioxide aggregates and endosequence bioceramic root repair materials. *JOE*, 37: 372-375. doi:10.1016/j.joen.2010.11.027.
- Dentsply TulsaDental Specialties. (2014). ProRoot®MTA. Disponível em: <http://www.tulsadentalspecialties.com/Libraries/Tab_Content_-_Ultrasonics_Retreatment/ProRoot_MTA_Brochure.sflb.ashx>. Acesso em 10/08/2014.

- Endo (2011). DiaRoot®Bioaggrgate. Disponível em: <http://www.endo.bg/images/DiaRoot_Booklet.pdf>. Acesso em 26/08/2014.
- Fukunaga, D., Barberini, A. F., Shimabuko, D. M., Morilhas, C., Belardinelli, B., Akabane, C. E. (2007). Utilização do agregado de trióxido mineral (mta) no tratamento das perfurações radiculares: relato caso clinico. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo*, 19(3)347-53. Disponível em: http://arquivos.cruzeirosuleducacional.edu.br/principal/old/revista_odontologia/pdf/6_setembro_dezembro_2007/17_utilizacao_agregado.pdf.
- Grotra, D., Subbarao, C. V. (2012). Bioactive Materials used in endodontics. *Recent Research in Science and Technology*, 4(6):25-27. Disponível em <http://recent-science.com>.
- Hargreaves, K. M., Cohen, S. (2011). Cohen's pathways of the pulp. 10ª edição. St. Louis, Missouri: Berman, L. H.
- Hirschman, W. R., Wheeler, M. A., Bringas, J. S., Hoen, M. M. (2012). Cytotoxicity comparison of three current direct pulp-capping agents with a new bioceramic root repair putty. *JOE*, 38: 385-388. doi:10.1016/j.joen.2011.11.012.
- Ingle, J. I., Backland, L. K., Baumgartner, J. C. (2008). Endodontics. 6ª edição. Shelton, Connecticut: Autor.
- Krastl, G., Allgayer, N., Lenherr, P., Filippi, A., Taneja, P., Weiger, R. (2013). Tooth discoloration induced by endodontic materials: a literature review. *Dental Traumatology*, 29:2-7. doi: 10.1111/j.1600-9657.2012.01141.x.
- Loushine, B. A., Bryan, T. E., Looney, S. W., Gillen, B. M., Loushine, R. J., Weller, N., ... Tay, F. R. (2011). Setting properties and citotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *JOE*, 37: 673-677. doi:10.1016/j.joen.2011.01.003.

- Lovato, K. E., Sedgley, C. M. (2011). Antibacterial activity of Endosequence Root Repair Material and ProRoot MTA against clinical isolates of *Enterococcus faecalis*. *JOE*. doi:10.1016/j.joen.2011.06.022.
- Ma, J., Shen, Y., Stojcic, S., Haapasalo, M. (2011). Biocompatibility of two novel root repair material. *JOE*, 37: 793-798. doi:10.1016/j.joen.2011.02.029.
- Madfa, A. A., Al-Sanabani, F. A., Al-Kudami, N. H. A. (2014, Maio 13). Endodontic repair filling materials: a review article. *British Journal of Medicine & Medical Research*, 4(16): 3059-3079. Disponível em <http://www.sciencedomain.org/abstract.php?iid=461&id=12&aid=3984>.
- Moazzami, F., Ghahramani, Y., Tamaddon, A. M., Nazhavani, A. D., Adl, A. (2014). A histological comparison of a new pulp capping material and Mineral Trioxide Aggregate in rat molars. *Iran Endod J*, 9(1):50-55. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3881302/>.
- Nascimento, M. G. M. V., Moura, A. A. M., Moura-Netto, C., (2009). Comparação in vitro do tratamento das perfurações de furca com agregado de trióxido mineral e amálgama de prata. *Rev Inst Ciênc Saúde*, 27(3):258-61. Disponível em <http://files.bvs.br/upload/S/0104-1894/2009/v27n3/a011.pdf>.
- Neto, L. M., Magnabosco, K. S. F., Pereira, C. M., Faitaroni, L. A., Estrela, C. R. A., Borges, A. H. (2012). Utilização de cimento a base de MTA no tratamento de perfuração radicular: relato de caso clínico. *Rev Odontol Bras Central*, 21(59). Disponível em <http://files.bvs.br/upload/S/0104-7914/2012/v21n59/a3556.pdf>.
- Neto, N. L. (2013). Estudo clínico, radiográfico, histológico e imuno-histoquímico na resposta pulpar após o uso de diferentes materiais capeadores em pulpotomias de dentes decíduos humanos (Tese de doutoramento). Faculdade de odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/25/25145/tde-22112013-110928/pt-br.php>

- Nosrat, A., Peimani, A., Asgary, S. (2013, Novembro). A preliminary report on histological outcome of pulpotomy with endodontic biomaterials vs calcium hydroxide. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 38(4): 227-233. doi: 10.5395/rde.2013.38.4.227.
- Parirokh, M., Torabinejad, M. (2010, Março). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review – part III: clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *JOE*, 36: 400-413. doi:10.1016/j.joen.2009.09.009.
- Park, J., Hong, S., Kim, J., Lee, S., Shin, S. (2010). X-Ray diffraction analysis of white ProRoot MTA and Diadent BioAggregate. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 109: 155-158. doi:10.1016/j.tripleo.2009.08.039.
- Perinpanayagam, H. (2009, Junho). Cellular response to mineral trioxide aggregate root-end filling materials. *JCDA*. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19531333>.
- Rao, A., Rao, A., Shenoy, R. (2009). Mineral trioxide aggregate - A Review. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 34(1): 1–8. Disponível em: <http://pediatricdentistry.metapress.com/content/n1t0757815067g83/>.
- Roberts, H. W., Toth, J. M., Berzins, D. W., Charlton, D. G. (2008). Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: A review of the literature. *Dental Materials*. doi:10.1016/j.dental.2007.04.007.
- Sayed, M. E., Saeed, M. H. (2012). In vitro comparative study of sealing ability of Diadent Bioaggregate and other root-end filling materials. *Journal of Conservative Dentistry*, 15(3):249-252. doi: 10.4103/0972-0707.97950.
- Shokouhiejad, N., Razmi, H., Nekoofar, M. H., Sajadi, S., Dummer, P. M. H., Koshkounejad, M. (2013, Novembro). Push-out bond strength of bioceramic materials in a synthetic tissue fluid. *Journal of dentistry, Tehran University of Medical Sciences*. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24910665>

- Shokouhiejad, N., Nekoofar, M. H., Ashoftehyazdi, K., Zahraee, S., Khoshkhounejad, M. (2014). Marginal adaptation of new bioceramic materials and mineral trioxide aggregate: a scanning electron microscopy study. *IEJ*, 9(2):144-148. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3961837/>.
- Shokouhiejad, N., Yazdi, K. A., Nekoofar, M. H., Matmir, S., Koshkhounejad, M. (2014, Março). Effect of acidic environment on dislocation resistance of endosequence root repair material and mineral trioxide aggregate. *Journal of dentistry, Tehran University of Medical Sciences*. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4043547/>.
- Shokouhiejad, N., Nekoofar, M. H., Razmi, H., Sajadi, S., Davies, T. E., Saghiri, M. A., ... Dummer, P. M. H. (2012). Bioactivity of Endosequence Root Repair Material na Bioagregate. *International Endodontic Journal*, 45, 1127-1134. doi:10.1111/j.1365-2591.2012.02083.x
- Stockton, L. W. (1999). Vital pulp capping: A worthwhile procedure. *J Can Dent Assoc*, 65:328-31. Disponível em: <http://europemc.org/abstract/MED/10412240>.
- Technomedics (2012). Endosequence®BC sealer. Disponível em: <<http://www.technomedics.no/Produkter/Endo/obturasjon/images/pdf/bc-sealer/Bioceramic%20brosjyre.pdf>>. Acesso em 26/08/2014.
- Tessare Jr, P. O., Fonseca, M. B., Machado, M. L. B. B. L., Fava, A. S. (2005, Abril). Propriedades, características e aplicações clínicas do agregado trióxido mineral – Mta. Uma nova perspectiva em endodontia. Revisão da literatura. *Electronic Journal of Endodontics Rosario*. Disponível em: <http://rephip.unr.edu.ar/handle/2133/1399>.
- The Dental Advisor. (ano). MTA- Angelus reparative cement. Disponível em: <<http://www.dentaladvisor.com/clinical-evaluations/evaluations/mta-angelus-reparative-cement.shtml>>. Acesso em 10/08/2014.
- Torabinejad, M., Chivian, N. (1999, Março). Clinical applications of Mineral Trioxide Aggregate. *Journal of Endodontics*. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0099239999801423>.

- Torabinejad, M., Hong, C. U., McDonald, F., Ford, T. R. P. (1995, Julho). Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *Journal of Endodontics*. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0099239906809672>.
- Torabinejad, M., Walton, R. E. (2009). *Endodontics principles and practice*. 4ª edição. St. Louis, Missouri: Autor.
- Yu, C., Abbott, P. V. (2007). An overview of the dental pulp: its functions and responses to injury. *Australian Dental Journal Endodontic Supplement*, 52:1. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1834-7819.2007.tb00525.x/abstract>.
- Yuan, Z., Peng, B., Jiang, H., Bian, Z., Yan, P. (2010, Julho). Effect of bioaggregate on Mineral-associated gene expression in osteoblasts cells. *JOE*, 36: 1145-1148. doi:10.1016/j.joen.2010.03.025.
- Zhang, H., Pappen, F. G., Haapasalo, M. (2009, Fevereiro). Dentin enhances the antibacterial effect of mineral trioxide aggregate and bioaggregate. *JOE*, 35: 221-224. doi:10.1016/j.joen.2008.11.001.