

JÉSSICA BARBOSA NASCIMENTO

**UTILIZAÇÃO DO AGREGADO DE TRIÓXIDO MINERAL (MTA) EM
PERFURAÇÕES**

**Faculdade de Odontologia
Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte**

2016

Jéssica Barbosa Nascimento

UTILIZAÇÃO DO AGREGADO DE TRIÓXIDO MINERAL (MTA) EM PERFURAÇÕES

Tese de Monografia apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Odontologia – área de concentração em Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Sandra Maria de Melo Maltos.

Faculdade de Odontologia – UFMG
Belo Horizonte
2016

Ficha Catalográfica

N244u Nascimento, Jéssica Barbosa .
2016 Utilização do agregado de Trióxido Mineral (MTA) em
MP Perfurações / Jéssica Barbosa Nascimento. -- 2016.

31 f. : il.

Orientadora: Sandra Maria de Melo Maltos.

Monografia (Especialização) -- Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Odontologia.


1. Tratamento do canal radicular. 2. Materiais restauradores do canal radicular. 3. Agregado de Trióxido Mineral. I. Maltos, Sandra Maria de Melo . II. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Odontologia. III. Título.

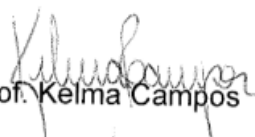
BLACK - D24




Ata da Comissão Examinadora para julgamento de Monografia da aluna **JÉSSICA BARBOSA NASCIMENTO**, do Curso de Especialização em Endodontia, realizado no período de 05/03/2015 a 16/12/2016.

Aos 17 dias do mês de dezembro de 2016, às 08:00 horas, na sala de Pós-Graduação (3403) da Faculdade de Odontologia, reuniu-se a Comissão Examinadora, composta pelos professores Sandra Maria de Melo Maltos (orientadora), Kelma Campos e Katia Lucy de Melo Maltos. Em sessão pública foram iniciados os trabalhos relativos à Apresentação da Monografia intitulada **“Utilização do agregado de trióxido mineral (MTA) em perfurações”**. Terminadas as arguições, passou-se à apuração final. A nota obtida pela aluna foi 85 (OTENTA E CINCO) pontos, e a Comissão Examinadora decidiu pela sua APROVAÇÃO. Para constar, eu, Sandra Maria de Melo Maltos, Presidente da Comissão, lavrei a presente ata que assino, juntamente com os outros membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 17 de dezembro de 2016.


Prof. Sandra Maria de Melo Maltos
Orientadora


Prof. Kelma Campos


Prof. Katia Lucy de Melo Maltos

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por minha vida, família e amigos. Por iluminar o meu caminho durante mais esta caminhada. Aos meus pais e a minha querida irmã, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. A todos os professores pela paciência na orientação e confiança. Meus agradecimentos aos amigos da especialização, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar sempre presentes em minha vida.

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

MTA ----- Mineral Trióxido Agregado

UFMG ----- Universidade Federal de Minas Gerais

EUA ----- Estados Unidos da América

FDA ----- Food and Drug Administration

CIOSP ----- Congresso Internacional de Odontologia de São Paulo

Ca(OH)₂ ----- Hidróxido de cálcio

CO₂ ----- Dióxido de carbono

CH ----- Hidrato de hidróxido de cálcio

IRM ----- Material Restaurador Intermediário

SCR ----- Sistema de Canais Radiculares

RESUMO

O Agregado Trióxido Mineral (MTA) é considerado um material de eleição em alguns tratamentos endodônticos por apresentar boa capacidade de vedamento, biocompatibilidade, sem efeitos adversos sobre os tecidos dentais, atividade bactericida, boa radiopacidade, capacidade de selamento na presença de sangue e capacidade de induzir a osteogênese e cementogênese. Devido a essas propriedades é considerado o material ideal para reparação de perfuração, apicificação, retrobturação e regeneração tecidual.

Palavras-chave: MTA; Agregado de Trióxido Mineral; Perfurações de furca e radiculares.

ABSTRACT

APPLICATION OF MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE (MTA) IN PERFORATIONS.

The Mineral Trioxide Aggregate (MTA) is considered a material of choice in some endodontic treatments because it has good sealing ability, biocompatibility, no adverse effects on dental tissues, bactericidal activity, good radiopacity, sealing ability in the presence of blood and ability to induce osteogenesis and cementogenesis. Due to these properties it is considered the ideal material for repair of perforation, apicification, retroobturation and tissue regeneration.

Key words: MTA; Mineral Trioxide Aggregate and furcation perforations and Root.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVO	11
3. REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 Histórico	12
3.2. Características	12
3.3 Aplicações	17
3.3.2 Regeneração	17
3.3.3 Retrobturação	18
3.3.4 Perfuração	18
3.3.4.1 Classificação	19
3.3.4.2 Tratamento para perfurações	20
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1 INTRODUÇÃO

Durante o tratamento endodôntico, as iatrogenias podem acontecer devido à dificuldade ou peculiaridades de cada caso, influenciando negativamente no prognóstico do dente. Caso ocorra acidentes durante o tratamento odontológico o profissional deve intervir de uma maneira correta para viabilizar a manutenção do elemento dentário. (SHIN; CLAUDER, 2009).

Ingle *et al.* (1989) e Silva *et al.* (2012), relataram em seus estudos que as perfurações são iatrogenias comuns que podem acontecer durante o acesso coronário, sendo a segunda grande causa dos insucessos endodônticos.

A ocorrência de uma perfuração durante o tratamento endodôntico deve ser tratada com um material ideal que possibilite selar as vias de comunicação entre o sistema de canais radiculares (SCR) e os tecidos circundantes. O material adequado para o tratamento de perfurações deve ter as seguintes características: não ter a sua capacidade de vedamento alterada na presença de umidade, ser fácil de usar e ser radiopaco para o reconhecimento em radiografias. Também deve ser atóxico, não cancerígeno, não genotóxico, biocompatível com os tecidos do hospedeiro, insolúvel nos fluidos dos tecidos, e dimensionalmente estável (TORABINEJAD; PITT FORD, 1996).

De acordo com Silva *et al.* (2012), O Mineral Trioxide Aggregate (MTA), tem sido considerado o material mais apropriado para tratamento de perfurações, ele pode ajudar a obter resultados satisfatórios devido à sua capacidade de vedação e biocompatibilidade com os tecidos circundantes.

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica científica, por meio de um levantamento de informações disponíveis na literatura, para avaliar se o MTA é o material mais indicado para o tratamento de perfurações de origem iatrogênica, conhecer as suas aplicações na prática odontológica e quais são as suas propriedades que influenciam no sucesso clínico.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Histórico

O Mineral Trioxide Aggregate, MTA, foi introduzido pela primeira vez na literatura odontológica, em 1993, por Lee, Monsef e Torabinejad (1993). O MTA foi desenvolvido por esses autores na universidade de Loma Linda, Califórnia – EUA, com o objetivo de selar as comunicações entre o sistema de canais radiculares e o periodonto.

Desde então o MTA tem sido amplamente estudado devido as suas propriedades e várias aplicações clínicas. Em 1998, recebeu a aprovação da Food and Drug Administration (FDA). O primeiro MTA disponível comercialmente foi lançado nos Estados Unidos em 1999, o Pro Root MTA (Dentsply Tulsa Especialidades Odontológicas) e no Brasil o MTA Angelus (Angelus, www.angelusdental) foi lançado em 2001 (Tawil et al. 2015). Esses autores também relataram que os primeiros produtos a base de MTA eram cinza e a maior parte da pesquisa inicial foi feita sobre esta formulação. Quando as mudanças de coloração na coroa clínica dos dentes em tratamento com MTA foram relatadas, a versão branca foi introduzida no mercado, em 2007. O MTA branco tem mostrado um potencial menor de descoloração se comparado com a antiga formulação cinza, ainda disponível no mercado.

3.2. Características

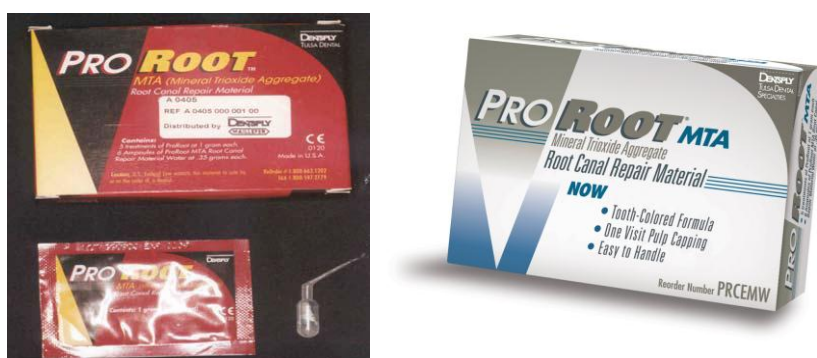
O MTA é um pó cinza ou branco composto de óxidos combinados com outras partículas minerais hidrofílicas e que cristaliza na presença de umidade. Seus principais componentes são o silicato tricálcio, silicato dicálcio, aluminato tricálcio, ferroaluminato tetracálcio, sulfato de cálcio di-hidratado (gesso) e o óxido de bismuto (SIQUEIRA e LOPES, 2015).

O MTA é derivado do cimento Portland, e apresentam uma composição muito semelhante, sendo que o MTA sofre um processo de

purificação maior por isso tem partículas menores e uma menor quantidade de metais pesados (TAWIL *et al.*, 2015).

Os principais componentes do cimento ProRoot MTA são silicato tricálcico, aluminato tricálcico, silicato dicálcico, ferroaluminato tetracálcico, sulfato de cálcio di-hidratado, sílica cristalina, óxido de cálcio, óxido de magnésio, álcalis sob a forma de sulfatos e óxido de bismuto (TORABINEJAD *et al.*, 1995).

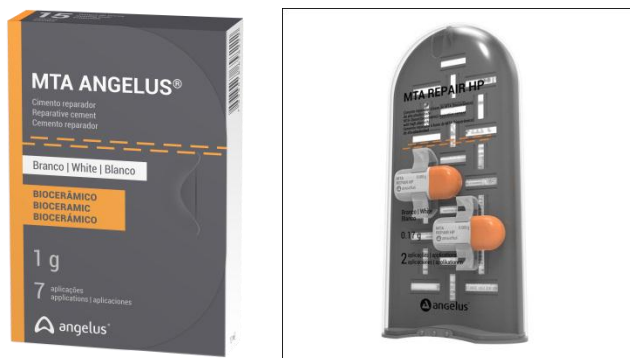
Figura 1 – Embalagens do MTA Pro Root nas versões cinza e branco.



Fonte: www.google.com.br

Já o cimento MTA Angelus segundo o fabricante, apresenta em sua composição: Dióxido de silício, potássio, alumina, óxido de sódio, óxido de ferro, trióxido de enxofre, óxido de cálcio, óxido de bismuto, óxido de magnésio e resíduos insolúveis como a sílica cristalina, o óxido de cálcio, o sulfato de potássio e o sódio. O MTA Repair HP também da Angelus, foi apresentado no Brasil no CIOSP de 2016, e tem como diferencial do MTA tradicional a plasticidade se tornando um produto mais fácil de manipular e o radiopacificador que passou de óxido de bismuto para tungstato de cálcio.

Figura 2 – Embalagens do MTA Angelus nas versões branco e HP.



Fonte: www.google.com.br

No estudo de Bernabé e Holland (2003), o ProRoot MTA revelou-se com o maior tempo de endurecimento entre os materiais retrobturadores, de 2 horas e 30 minutos. Com o propósito de diminuir o tempo de presa, o fabricante do MTA Angelus retirou da sua composição o sulfato de cálcio (gesso), componente presente no ProRoot MTA, fazendo com que sua presa ocorra entre 10 e 15 minutos. Segundo o fabricante do ProRoot MTA, a mistura do pó com o líquido deve ser feita na proporção 3:1, dando a mistura uma consistência arenosa, porém úmida, e alerta que se for utilizada água em quantidade excessiva ou insuficiente a resistência do material será reduzida. Essa água utilizada deve ser destilada e livre de impurezas. Já o Fabricante do MTA Angelus indica a proporção de 1:1, o conteúdo de um sachê ou uma pá dosadora e uma gota de água destilada o tempo de espatulação de 30 segundos.

O MTA quando usado como material de reparação para perfuração possui muitas propriedades favoráveis, incluindo boa capacidade de vedação, biocompatibilidade, sem efeitos adversos sobre os tecidos dentais, atividade bactericidas, radiopacidade, capacidade de selamento na presença de sangue e pode também induzir a osteogênese e cementogênese. (SILVA *et al.*, 2012),

Os íons cálcio e fósforo, presentes no MTA, também são os principais componentes dos tecidos dentais, o que confere biocompatibilidade ao cimento MTA quando em contato com os mesmos, facilitando a regeneração do ligamento periodontal e estimulando a neoformação de tecido duro, o cimento e a dentina. (SCHWARTZ *et al.*, 1999).

Estudos mostram que entres os óxidos presentes no MTA está o óxido de cálcio e o de silício, cujos principais componentes elementares são o cálcio e a sílica, além do óxido de bismuto. Quando o pó de MTA é misturado com água, inicialmente forma-se hidrato de hidróxido de cálcio (CH) e silicato de cálcio, transformando-se em cristais pobres e gel sólido poroso. A proporção de gotas de silicato de cálcio inicia a formação de um precipitado de cálcio, que produz a calcita, causando uma elevada alcalinidade do MTA após hidratação. (TORABINEJAD *et al.*, 1995; ASGARY *et al.*, 2005).

Um estudo realizado em cães por Hamid e Ingle (1995), mostrou cementogênese, onde 46 dentes foram instrumentados e obturados com guta-percha, após ressecção cirúrgica dos ápices, metade foi preenchida com amálgama e a outra metade com MTA. A avaliação histológica foi realizada no intervalo de duas a 18 semanas, mostrando uma baixa resposta inflamatória e maior fibrose adjacente ao redor do MTA. A avaliação também mostrou presença de cimento na superfície do MTA.

O MTA possui pH alcalino, em torno de 10,2 inicialmente, e se eleva para 12,5 três horas após a mistura do pó com o líquido, considerando que o tempo de presa do MTA usado é de 2h 45min. (TORABINEJAD *et al.*, 1995). Nesse mesmo estudo onde o Torabnejad *et al.* (1995), comparou as propriedades do Amálgama, IRM, Super EBA, e do MTA. O MTA não apresentou solubilidade e apresentou-se radiopaco sendo superado somente pelo amálgama.

Após o endurecimento, o MTA se expande e é essa expansão a responsável pela capacidade de selamento das cavidades. Isso se dá em decorrência de sua pouca solubilidade e, conseqüentemente, a massa obtida não se dilui quando em presença de líquidos teciduais. A umidade presente nos tecidos atua como um ativador da reação química de hidratação deste material. (SIQUEIRA E LOPES, 2015).

Figura 4- PH do MTA com relação ao tempo após a manipulação.

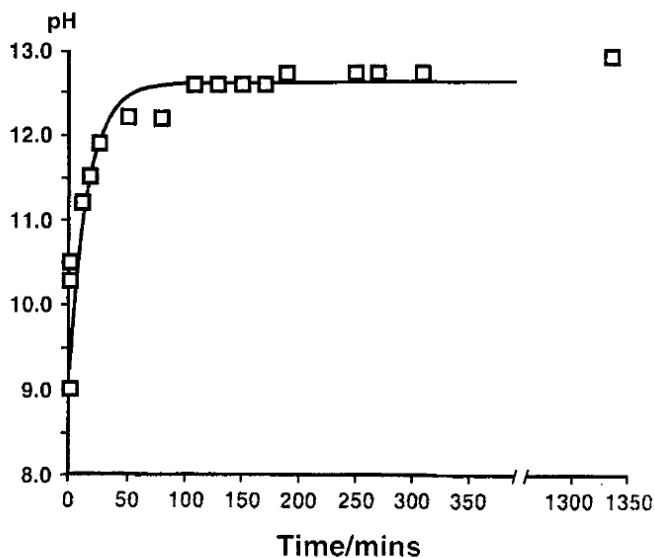


Fig 1. pH values of MTA at various time intervals.

3.3 Aplicações

Segundo Tawil et. al. 2015, o MTA pode ser utilizado nos seguintes casos:

3.3.1 Apicificação

O tratamento de um dente com necrose pulpar com o ápice aberto apresenta uma dificuldade clínica devido à falta de parada apical. O tratamento pode ser feito com hidróxido de cálcio o que pode exigir muito tempo e várias consultas, aumentando o risco de fratura da raiz. Nesses casos o MTA tornou-se uma alternativa para resolver estas questões através da criação de tampão apical biocompatível. Depois que o terço apical é selado com MTA, o espaço do canal remanescente é preenchido usando guta-percha.

3.3.2 Regeneração

A regeneração do complexo dentina-polpa envolve a antissepsia do SCR seguida de reparação tecidual e regeneração. Este deve permitir espessamento das paredes laterais do canal radicular através da deposição de uma nova dentina. Mais pesquisas ainda são

necessárias para avaliar com precisão como este novo depósito de tecido duro fortalecerá as paredes dentinárias.

Esse procedimento só é indicado em casos de dentes com paredes de dentina muito fina e ápice aberto. É preciso fazer a assepsia do SCR e estimular o sangramento dos tecidos periapicais com o objetivo de preencher o espaço com um coágulo de sangue. O MTA é colocado no orifício do canal em contato com o coágulo para protegê-lo de microinfiltração coronária. Com o tempo, o coágulo deve ser substituído por um tecido de reparação e as paredes dentinárias devem aumentar a espessura.

3.3.3 Retrobturação

A retrobturação é realizada por meio de intervenção cirúrgica e o MTA tem sido o material de escolha por apresentar excelentes propriedades de vedação e a proliferação de células sobre o cimento fornece uma vedação biológica adicional. Nesses casos o MTA é condensado preenchendo o preparo criado para a retrobturação.

3.3.4 Perfuração

As perfurações acidentais que ocorrem em cerca de 2-12% dos dentes tratados endodonticamente podem ter sérias implicações no prognóstico se não seladas adequadamente.

As perfurações podem acontecer pelo uso exagerado dos instrumentos endodônticos ou trépanos, perfurando a parede do canal ou desgastando a fina curva interior da estrutura radicular. Podem ocorrer também durante a abertura coronária ou proveniente de reabsorções radiculares. Durante a instrumentação uma perfuração pode ser diagnosticada pelo aparecimento súbito de hemorragia no canal radicular ou por sua persistência após a remoção do tecido pulpar, pela exploração clínica, pelo aspecto radiográfico mostrando a lima no periodonto (INGLE *et al.* 1985; TAWIL *et al.*, 2015).

A consequência direta de uma perfuração é a entrada de bactérias, o que pode provocar uma resposta inflamatória que resulta na formação de bolsa periodontal, fístulas, ou perda óssea

generalizada na região de furca, promovendo o enfraquecimento do dente e alteração tecidual. Para atenuar a contaminação da área perfurada o preenchimento deve ser feito o mais rápido possível, com um material de reparo que possa fornecer capacidade de selamento adequada e biocompatibilidade, por isso o MTA tem sido utilizado para esses procedimentos clínicos. (BRAMANTE *et al.* 2001)

3.3.4.1 Classificação

As perfurações iatrogênicas podem ser classificadas, segundo Fuss e Trope (1996), em perfuração coronária quando ao nível da crista óssea e perfuração apical abaixo da crista óssea.

Já Siqueira e Lopes (2015), classificam as perfurações em coronárias e radiculares. Perfuração coronária é uma comunicação acidental da câmara pulpar de um dente com o meio bucal e/ou tecidos perirradiculares. Ocorre durante a abertura coronária. Alguns fatores podem induzir as perfurações durante a abertura coronária como: câmara pulpar atresada, canais atresados, desconhecimento da anatomia externa e interna da câmara pulpar, presença de coroas protéticas, uso de brocas e instrumentos endodônticos inadequados.

As perfurações coronárias podem ser classificadas em supragengivais, subgengivais supraósseas e intraósseas. A perfuração coronária supragengival, está localizada aquém da inserção gengival, ocorre através das paredes circundantes da câmara pulpar. É tratada pela promoção do selamento via interna e/ou externa com materiais restauradores ou com reconstrução protética.

A perfuração coronária subgengival supraóssea está localizada além da inserção gengival e aquém do nível ósseo. Ocorre através das paredes circundantes da câmara pulpar. É tratada pela exposição cirúrgica da perfuração ou através da extrusão ortodôntica.

A perfuração coronária intraóssea comunica acidentalmente à câmara pulpar com o tecido ósseo. Pode comunicar o assoalho da câmara pulpar com o tecido ósseo ou com qualquer outra parede radicular circundante.

Quando ocorre a perfuração intraóssea, o ligamento periodontal e o osso alveolar são destruídos, e como consequência estabelece-se um processo inflamatório de intensidade variável. Destruindo o osso alveolar, forma-se um tecido de granulação, o qual pode invaginar para o interior do dente. Dependendo do nível da crista óssea e do grau de destruição do osso na área da perfuração, pode-se instalar um processo endo-periodontal, determinando uma bolsa periodontal. Outra possibilidade é que os restos epiteliais de Malassez, que circundam a raiz, sejam estimulados, podendo dar origem a um cisto. Nesses casos recomenda-se que o local da perfuração seja limpo com abundante irrigação-aspiração e, se necessário, a remoção de resíduos com auxílio de curetas. Nos casos em que um abscesso está presente pode-se usar uma medicação intracanal com atividade antimicrobiana, para posterior selamento da perfuração.

As perfurações radiculares podem ser classificadas de acordo com a localização em cervicais (localizada no segmento cervical da raiz dentária), médias (está localizada no segmento médio da raiz dentária e ocorre através das paredes circundantes da raiz dentária) e apicais (localizada no segmento apical da raiz ocorre através das paredes circundantes da raiz dentária e é mais frequente na parede externa do segmento apical curvo de um canal radicular).

3.3.4.2 Tratamento para perfurações

Quando a região perfurada é exposta a bactérias do ambiente bucal, pode acontecer uma reação inflamatória que leva a perda do tecido periodontal. As manifestações clínicas de perfuração são: dor imediata à ação de instrumentos e sangramento súbito e intenso. (MAIN *et al.* 2004),

Se o osso alveolar for destruído também, há formação de um tecido de granulação que pode invaginar para o interior da perfuração. Dependendo do nível da crista óssea e do grau de destruição do osso alveolar na área da perfuração, pode-se chegar a uma comunicação entre esses determinando o aparecimento da bolsa periodontal. O prognóstico depende do tempo transcorrido entre o momento da

perfuração e o tratamento, e o uso de técnicas apropriadas para recuperar o osso reabsorvido, o selamento da perfuração e o restabelecimento do ligamento periodontal (BRAMATE *et al.*, 2004).

O objetivo principal do tratamento de perfurações é deter o processo inflamatório e a consequente perda de inserção tecidual, através da preservação dos tecidos saudáveis no local da perfuração. Se a lesão já está presente, é importante promover a reinserção dos tecidos, tratando e selando a área perfurada (MENTE *et al.*, 2010).

Diversos materiais já foram utilizados para tratar perfurações radiculares, incluindo amálgama, resina composta, IRM (ionômero de vidro modificado por resina), Super EBA, Cavit, ionômero de vidro, Sealer 26, óxido de zinco e eugenol, hidróxido de cálcio, guta percha, cimento Portland, gesso de Paris e o MTA. O êxito do tratamento vai depender da localização e tamanho da perfuração, do tempo de ocorrência, se houve ou não contaminação, da habilidade do operador, das características físicas e químicas do material selador e, principalmente, da eliminação das bactérias do SCR e do fechamento da continuação entre o canal radicular e o periodonto. (TORABINEJAD *et al.*, 1996).

Fuss e Trope (1996) relataram que o prognóstico das perfurações depende da prevenção ou do tratamento da infecção bacteriana no sítio perfurado, sendo afetado por fatores como tempo entre a ocorrência da perfuração e o tratamento, tamanho e localização da mesma. Quando as perfurações são seladas imediatamente apresentam um melhor prognóstico e a probabilidade de infecção é reduzida. Uma perfuração pequena está geralmente associada com uma menor destruição tecidual e inflamação, além de selamento mais efetivo sem extrusão de material para tecidos circundantes. A proximidade da perfuração com o sulco gengival pode levar a contaminação bacteriana. As perfurações no nível da crista óssea e do epitélio juncional são mais suscetíveis à migração epitelial e rápida formação de bolsa, tendo uma taxa de sucesso de reparo mais baixa. O tratamento não cirúrgico é indicado no controle das perfurações, enquanto a intervenção cirúrgica é reservada para os casos não tratáveis pela terapia conservadora ou quando ela

falha. O tratamento conservador consiste na prevenção ou tratamento da inflamação perirradicular, assegurando desinfecção do local perfurado bem como que o material não seja irritante aos tecidos circundantes e proporcione o melhor selamento possível.

No primeiro trabalho publicado por Lee, Monsef e Torabinejad (1993) referente ao MTA, os autores relataram que esse cimento foi desenvolvido para selar as comunicações entre o sistema de canais radiculares e o periodonto. No referido trabalho, compararam a capacidade de selamento do MTA, do amálgama e do IRM em perfurações radiculares laterais de dentes humanos extraídos. Foram utilizados 50 molares inferiores e superiores, nos quais foram realizadas perfurações a partir da embocadura do canal na raiz mesial. Após o preenchimento das perfurações, esses dentes foram imersos em solução corante de azul de metileno 1%, por 48 horas, e mantidos em solução salina durante quatro semanas. Após este período, os dentes foram seccionados e avaliados em microscópio óptico. Os resultados demonstraram que o MTA foi o material que apresentou menor infiltração e menor tendência de sobreobturação. Já, o IRM apresentou maiores índices de sobreobturações.

Em outro estudo sobre selamento, Nakata e Baumgartner (1998) compararam a capacidade seladora do MTA e do amálgama no selamento de perfurações de furca utilizando bactérias anaeróbicas. Quarenta e dois molares humanos extraídos foram divididos em quatro grupos e selados. Grupo I–MTA; grupo II–amálgama; grupo III e grupo IV controles positivo (perfurações não seladas) e negativo (sem perfurações) respectivamente. A infiltração bacteriana foi observada, no meio de cultura, pela troca de coloração: de roxa (pH 6,8) para amarela (pH 5,2). Os resultados indicaram que o MTA foi superior ao amálgama na prevenção da infiltração de bactérias anaeróbicas.

Vanderweele *et al.* (2006) pesquisaram o efeito da contaminação com sangue nas propriedades de retenção do MTA. Foram utilizados 125 molares recém extraídos, e depois de preparados, um grupo com 66 molares foram contaminados com sangue. Somente o excesso foi removido das paredes e imediatamente o MTA foi colocado sob a

perfuração feita. Sessenta e seis molares não foram contaminados com sangue. Os dois grupos de MTA contaminado com sangue e não contaminados também foram divididos em três grupos: líquido (água estéril), 2% de lidocaína com epinefrina 1:100.000 (anestésico) e 0,9% de soro fisiológico (soro fisiológico). Os dentes foram sujeitos ao teste do tipo Instron as 24 horas e as 72 horas e aos sete dias foram submetidos a um teste push-out no Instron. As amostras que foram analisadas depois de 72 horas evidenciaram significativamente maior resistência ao deslocamento do que as amostras analisadas depois de 24 horas e as amostras de sete dias revelaram significativa maior resistência ao deslocamento do que as amostras de 24 e 72 horas. Se o dente for restaurado com amalgama, por exemplo, entre 24 horas e 72 horas deve-se tomar cuidado porque a força de condensação do amalgama é de aproximadamente 6,8 lbs maior do que aquela necessária para deslocar o MTA. As amostras não contaminadas com sangue mostraram maior resistência ao deslocamento do MTA do que as amostras contaminadas, isso aos sete dias. Baseados nesse estudo, os autores recomendam o controle da hemorragia no local da perfuração e a remoção do sangue das paredes da perfuração, antes da colocação do MTA e se a lidocaína for usada no local da perfuração para controlar a hemorragia e for por acaso incorporada ao MTA durante a colocação, a resistência deste ao deslocamento não deve ficar afetada.

Hamad *et al.*, (2006) realizaram um estudo para comparar o MTA cinza e MTA branco. Foram utilizados 76 molares inferiores, divididos em quatro grupos com 16 dentes cada. Os grupos um e dois tiveram as perfurações seladas com MTA ProRoot branco e os grupos três e quatro tiveram as perfurações seladas com MTA ProRoot cinza. Seis dentes formaram o grupo controle positivo, onde as perfurações não foram seladas e os outros seis, sem perfurações, formaram o grupo controle negativo. Foi utilizada matriz interna em todos os dentes, antes do selamento das perfurações. Os resultados permitiram concluir que, independente do material utilizado, houve maior infiltração em direção ortógrada do que em direção retrógrada e que o MTA branco e

o MTA cinza foram similares como materiais de reparo de perfuração de furca.

Quando comparado com outros materiais o MTA também apresenta propriedades positivas. Daoudi e Saunders (2002) realizaram um estudo usando para o reparo de perfurações na furca cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitrebond) e o MTA. Durante o procedimento os autores relataram que também foi utilizado microscópio operatório. Quarenta e seis molares humanos foram montados em um guia e fixados a uma mandíbula simulada. No assoalho da câmara pulpar, foram efetuadas perfurações e após, utilizando ou não o microscópio operatório, algumas perfurações foram seladas. O marcador de infiltração utilizado foi tinta da Índia. Os resultados demonstraram que o uso do microscópio operatório apenas facilitou o processo de selamento, sem influenciar os resultados e as perfurações seladas com MTA infiltraram significativamente menos que as seladas com Vitrebond.

Hardy *et al.* (2004) avaliaram a capacidade seladora de adesivo One -Up Bond™ e MTA, como materiais para reparo de perfurações na furca. Foram manuseados quarenta molares humanos extraídos que tiveram perfurações realizadas no centro do assoalho da câmara pulpar. Esses foram divididos em quatro grupos de dez dentes. No primeiro grupo, a perfuração foi selada somente com MTA. No segundo, o selamento foi feito com uma camada de adesivo. No terceiro, após a colocação do MTA, foi utilizado selamento secundário com adesivo e no quarto grupo, o selamento foi feito com MTA e sob o MTA foi colocada uma camada de dois milímetros de Super-EBA. O selamento da perfuração teve a integridade avaliada em 24 horas e em um mês. Os resultados demonstraram que o MTA infiltrou mais quando foi utilizado sozinho. Na observação das 24 horas e, na dos 30 dias, não houve diferença na capacidade de selamento entre os materiais com ou sem selamento secundário. Todos selaram as perfurações.

Nandini, Ballal e Kandaswamy (2007) analisaram a influência do cimento de ionômero de vidro, atuando como um material intermediário, quando colocado sobre o MTA em reparo de perfurações na furca

utilizando Laser Raman Spectroscopic (LRS). Foram utilizados 40 moldes cilíndricos de vidro, que foram separados em 4 grupos de 10 cada. O MTA foi misturado de acordo com as orientações do fabricante e colocado em todos os moldes. No grupo I, após 45 minutos, o ionômero foi colocado sobre o MTA. Já nos grupos II e III, o ionômero foi colocado sobre o MTA após quatro horas e três dias, respectivamente. Os espécimes do grupo IV continham apenas MTA para comparar com os outros grupos. Os resultados encontrados demonstraram que o cimento de ionômero de vidro quando colocado sobre o MTA não promoveu nenhum efeito que interferisse na sua ação, apenas a formação de sais de cálcio foram observados na interface desses materiais.

Menezes *et al.*, (2005) descrevem um caso clínico onde uma perfuração acima da crista foi reparada com MTA de forma bem sucedida. Um homem saudável de 32 anos chegou à clínica queixando-se de dor e edema persistente na região do segundo molar inferior esquerdo. O dente respondeu com uma leve dor à percussão e mobilidade normal. Radiograficamente, radiolucidez apical foi observada sugerindo necrose pulpar. A abertura de acesso foi feita e notou-se larga perfuração na área distal da raiz com intensa hemorragia. O material proposto para selamento da perfuração foi o MTA. Após a remoção do material que selava a perfuração, houve intensa hemorragia que foi controlada com irrigação de hipoclorito de sódio 1%. Uma bolinha de algodão embebida em solução salina estéril foi colocada na entrada do canal radicular e a perfuração foi selada com o MTA. O canal foi limpo, modelado e obturado com guta percha e Sealer 26. Um mês após a conclusão do tratamento, o paciente retornou para o primeiro controle e o elemento dental apresentava-se assintomático, sem edema e sem sensibilidade à percussão. Na proervação, em seis meses, não se observou presença de bolsa periodontal e a mobilidade foi considerada normal. Quinze meses depois, foi realizada nova avaliação e a radiografia mostrou adequado selamento da perfuração. Os autores acreditam que a introdução de novas tecnologias (microscópico, novos instrumentos e materiais, como

MTA) associada a excelente exame radiográfico, consideração cuidadosa da anatomia e posição do dente, são fatores a serem considerados antes do tratamento para evitar acidentes no procedimento.

Torabinejad et al., 1996, relatou em seu estudo dois casos onde foi utilizado o MTA. No primeiro caso, um paciente (64) apresentava dor e inchaço associado ao primeiro molar inferior direito, no exame intraoral foi observado presença de fistula, bolsa periodontal nas superfícies vestibular e lingual. Ao exame radiográfico verificou a presença de um núcleo metálico e uma grande área radiolúcida. O tratamento incluiu a remoção do material restaurador da coroa e curetagem da área perfurada, que foi irrigada com solução de hipoclorito de sódio a 2,5%, seca com bolinhas de algodão e pontas de papel, posteriormente, o MTA foi inserido e o dente foi restaurado com IRM. No controle de três meses após o tratamento, radiograficamente foi observada regeneração óssea. O segundo paciente (13) apresentava o primeiro molar inferior esquerdo com tratamento endodôntico com perfuração na região de furca e lesão periapical. Clinicamente o dente não apresentava profundidade a sondagem, mas era sensível à percussão e à palpação. O tratamento realizado foi o selamento da perfuração com MTA e posterior apicectomia. Decorridos nove meses de acompanhamento, os autores relataram que houve cicatrização na área de furca.

Alaa E. et al., 2015, descreveram em seu estudo os materiais Biodentina, Bioagregado, Endosequence e TheraCal que são à base de silicato de cálcio (CSC), foram lançados e comercializados e podem ser utilizados para superar as limitações do MTA. As limitações associadas ao uso clínico do MTA são, baixo escoamento, tempo de presa longo, presença de componentes tóxicos em sua composição, descoloração e alto custo. Os cimentos a base de silicato de cálcio (CSC) possuem entre si propriedades diferentes, a Biodentina um dos CSC relatados no estudo, possui propriedades físicas como resistência à flexão e módulo de elasticidade melhores se comparadas com a do MTA. A quantidade de Ca^{2+} liberada pela Biodentina, também é maior que a do MTA,

podendo ser utilizada para procedimentos de proteção pulpar, reparação de cimento e regeneração da polpa. O Bioagregado é considerado uma versão modificada do MTA diferindo deste pela adição de óxido de tântalo, ao invés de bismuto para radiopacidade. Bioagregado tem força de compressão significativamente menor quando comparado com a biodentina, Endosequence e o TheraCal. A capacidade de vedamento do Bioagregado é atribuída a expansão que acompanha o processo de hidratação. É um material biocompatível e não citotóxico e está indicado para casos de proteção pulpar, selamento apical, apexificações, reparação de perfurações e reabsorções radiculares. Um estudo *in vitro* de Yuan *et al.*, 2010 mostrou que o Bioagregado tem uma capacidade igual ao MTA para induzir a diferenciação de células pulpares em odontoblastos e estimular a formação de tecido mineralizado. Endosequence é um CSC pré-misturado que foi produzido como um produto pronto para ser de fácil manuseio. O fabricante alega que a umidade presente nos túbulos dentinários é suficiente para o processo de presa. O 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 está indicada em retrobturações, reparação de perfurações e reabsorções radiculares, apexificações e proteção pulpar. O TheraCal é uma resina modificada produzida para atuar como barreira e proteger o complexo pulpar dentário. A aplicação precisa do TheraCal permite a sua utilização em todas as preparações de cavidades dentárias profundas eliminando a necessidade de mistura e manuseio pois o cimento é aplicado e fotopolimerizado durante 20 s até 1 min de acordo com as instruções do fabricante. A solubilidade do TheraCal é menor que a do ProRoot MTA, MTA Angelus e Biodentina. Esse cimento libera grandes quantidades de Ca^{2+} e sua alcalinidade inicial é alta (pH 10-11). Esses fatores contribuem para a formação do tecido duro. Contudo, a proliferação celular induzida TheraCal é menor do que a de Biodentina e MTA. Ele tem atividade antibacteriana contra *Streptococcus mutans*

inferior ao MTA e superior a Biodentina. Como o TheraCal é de cor esbranquiçada, deve-se utilizar uma camada fina para evitar problemas estéticos e sombreamento sob restaurações compostas de resina.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo como base os estudos expostos nessa revisão de literatura, pode-se considerar que:

Perfurações são iatrogenias que podem acontecer durante o tratamento endodôntico. E que o prognóstico do dente está relacionado com a área afetada, com o tamanho da perfuração e com o material que vai ser utilizado.

As evidências sustentam o uso do MTA no reparo das perfurações endodônticas.

Devido as suas propriedades físicas, químicas e biológicas ele pode ser um material de escolha para vários procedimentos clínicos odontológicos.

O sucesso clínico do MTA está relacionado às suas propriedades como, baixa solubilidade e biocompatibilidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAA, E.D. *et al.* **Calcium silicate-based cements: composition, properties, and clinical applications.** Journal of Investigative and Clinical Dentistry, Melbourne Dental School, Australia, 2015, p. 1-15.

ASGARY, S. **Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate.** JOE, Baltimore, Feb. 2005, v. 31, n. 2, p. 101-103.

BERNABÉ, P. F. E.; HOLLAND, R.; **MTA e cimento Portland: considerações sobre as propriedades físicas químicas e biológicas.** 21. ed. São Paulo: Santos, 2003, p. 225-264.

CLAUDER, T.; SHIN, S. **Repair of perforations with MTA: clinical applications and mechanisms of action.** Endodontic Topics, 2009, n. 15, p. 32-55.

DAOUDI, M. F.; SAUNDERS, W. P. **In vitro evaluation of furcal perforation repair using Mineral Trioxide Aggregate or resin modified glass ionomer cement with and without the use of the operating microscope.** Journal of Endodontics, Jul. 2002, v. 28, n. 7, p. 512-515.

FUSS, Z; TROPE M. **Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors.** Endod Dent Traumatol. v.12, n. 6, p.255-64, 1996.

HAMAD, H. A.; TORDIK, P. A.; McCLANAHAN, S. B. **Furcation perforation repair com paring gray and white MTA: a dye extraction study.** Journal of Endodontics, Abr. 2006, v. 32, n. 4, p. 337-340.

HARDY, I. *et al.* **Sealing ability of One -Up Bond and MTA with and without a secondary seal as furcation perforation repair materials.** Journal of Endodontics, Set. 2004, v. 30, n. 9, p. 658-661.

HOLLAND, R. *et al.* **Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxido aggregate or calcium hydrexide.** Journal of Endodontics, Baltimore, Mar. 1999 v. 14, n. 3, p. 161-166.

INGLE, J.I. & TAINTOR, J. Endodontia. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara, 3ª ed., 1989. BRAMANTE, C. M., *et. al.* **Acidentes e complicações no tratamento endodôntico-soluções clínicas.** 2a. ed. Editora Santos, 2004.

LEE, S. J.; MONSEF, M.; TORABINEJAD, M. **Sealing ability of mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations.** Journal of Endodontics, Baltimore, v. 19, n. 11, p. 541-544, nov. 1993.

MAIN, C. *et al.* **Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study.** Journal of Endodontics, Baltimore, Fev. 2004, v. 28, n. 2, p. 80-83.

MENEZES, R. *et al.* **MTA repair of a supracrestal perforation: a case report.** Journal of Endodontics , Mar. 2005. v. 31, n . 3, p. 212 – 214.

MENTE, J. *et al.* **Mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide direct pulp capping: An analysis of the clinical treatment outcome.** J of Endod, 2010, v. 36, n. 5, p. 806-813.

MIRANDA, R. B.; MIRANDA, M. B. **Tratamento de perfuração radicular –relato de um caso clínico.** Jornal Brasileiro de Endodontia, out./nov./dez., 2005, v. 5. n. 21/22, p. 422-425.

NAKATA, T. T.; BAE, K. S.; BAUMGARTNER, J. C. **Perforation Repair Comparing Mineral Trioxide Aggregate and Amalgam Using an Anaerobic Bacterial Leakage Model.** J Endod, Baltimore, Mar. 1998, v. 24, n. 3, p. 184-186.

SCHWARTZ, R. S. *et al.* **Mineral Trioxide Aggregate: A New Material for Endodontics**. J Am Dent Assoc, Chicago, Jul 1999, v. 130, n. 7, p. 967-975.

SHIN, S.Y.; ALBERT, J.S.; MORTMAN, R.E. **One step pulp revascularization treatment of an immature permanent tooth with chronic apical abscess: a case report**. Int Endod J, Oxford, 2009, v. 42, p. 1118- 1126.

SILVA E. J. N. L. *et al.* **Evaluation of Cytotoxicity and Physicochemical Properties of Calcium Silicate-based Endodontic Sealer MTA Fillapex**. Journal of Endodontics, February 2012; v. 39, n. 2, p. 274-277.

SIQUEIRA Jr., J. F.; LOPES, H.P. **Endodontia - Biologia e Técnica - 4ª Ed.** 2015.

TANOMARU FILHO, M.; TANOMARU, J. M. G.; FALEIROS, F. C. B. **Capacidade seladora e adaptação de materiais utilizados em perfurações de furca**. Revista da Faculdade de Odontologia de Lins, 2004, v. 16, n. 2, p. 19-24.

TAWIL, P.Z.; DUGGAN, D.J.; GALICIA, J.C. **Mineral trioxide aggregate (MTA): its history, composition, and clinical applications**. Abr. 2015, v. 36, n. 4, p. 247-252.

TORABINEJAD, M. *et al.* **Bacterial Leakage of Mineral Trioxide Aggregate as a Root-End Filling Material**. J Endod, Baltimore, Mar. 1995, v. 21, n. 3, p. 109-112.

TORABNEJAD, M.; PITT FORD, T. R. **Root end Filling Materials: a review**. Endod Dent Traumatol, Copenhagen, v. 12, p. 161-178, Jan. 1996.

VANDERWEELE, R; A; SCHWARTZ, S. A; BEESON, T. J. **Effect of blood contamination on retention characteristics of MTA when mixed with different liquids.** Journal of Endodontics, Mai. 2006, v. 32, n. 5, p. 421-424.