FACULDADE SETE LAGOAS
BIBLIOTECA PROFESSOR DOUTOR PAULO NEVES DE CARVALHO

CLAUDIO HENRIQUE SILVA DE OLIVEIRA

MINERAL TRIÓXIDO AGREGADO E SUA APLICAÇÃO EM ENDODONTIA

CAMPO GRANDE-MS
2016

FACULDADE SETE LAGOAS
BIBLIOTECA PROFESSOR DOUTOR PAULO NEVES DE CARVALHO
CLAUDIO HENRIQUE SILVA DE OLIVEIRA

MINERAL TRIÓXIDO AGREGADO E SUA APLICAÇÃO EM ENDODONTIA

Artigo apresentado ao Curso de Especialização em Endodontia, como parte dos requisitos para obtenção do título de especialista em Endodontia. Faculdade de Sete Lagoas.

Orientador: Prof. Antônio Eduardo Pagliuso Ascencio,CD,ME

CAMPO GRANDE-MS
2016

MINERAL TRIÓXIDO AGREGADO E SUA APLICAÇÃO EM ENDODONTIA

MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE APPLIYNG IN ENDODONTICS

CLAUDIO HENRIQUE SILVA DE OLIVEIRA: Cirurgião Dentista, especializando em Endodontia na Associação de Ensino, Pesquisa e Cultura de Mato Grosso do Sul – MS.

ANTÔNIO EDUARDO PAGLIUSO ASCENCIO: Cirurgião dentista, Professor Mestre, docente do curso de Especialização em Endodontia na Associação de Ensino, Pesquisa e Cultura de Mato Grosso do Sul – MS.

Endereço para correspondência: Avenida Cuiabá, nº 751 - Bairro: Centro – Itiquira/MT CEP: 78790-000 e-mail: chso11@hotmail.com

RESUMO

O MTA (Agregado Trióxido Mineral), se apresenta atualmente como uma importante opção para tratamento de lesões envolvendo tecidos pulpares, periodontais e periapicais por suas exelentes propriedades biológicas, mas apesar de ser um excelente material para algumas situações de difícil resolução na odontologia, ainda não é amplamente utilizado pelo desconhecimento por parte de muitos profissionais de suas características e indicações, mas principalmente por seu alto custo. Este trabalho consiste em uma revisão da literatura mundial a respeito do MTA, apresentando e discutindo suas propriedades, indicações e limitações.

Palavras Chave: endodontia, MTA.

ABSTRACT

The present study consists of a literature review regarding the MTA (Mineral Trioxide Aggregate) and analyze and discuss its properties, limitations, and indications. MTA is a new option in the treatment of lesions involving the pulp tissue. In spite of being an reasonable material in some situations, it has not been frequently employed due to its high cost and also because it is not very known among professionals.

Key words: endodontic, MTA.

INTRODUÇÃO

O Agregado Trióxido Mineral, mais conhecido pela sigla MTA, foi introduzido na odontologia por Mahamoud Torabinejad e seus colaboradores, da Universidade de Loma Linda, na Califórnia, nos EUA, a partir de 1993, e apresenta-se como um pó branco ou cinza composto basicamente pelo cimento de Portland que consiste em uma mistura de óxidos minerais, que liberam principalmente íons cálcio, fosfato e hidroxila, sendo de grande biocompatibilidade e estimulante do reparo para os tecidos. Encontra-se atualmente disponível no mercado odontológico sob os nomes comerciais de MTA ProRoot® (Dentsply) e MTA-Angelus® (Angelus). (Torabinejad et al. 1995, Holland et al. 1999, Tanomaru Filho et al. 2002)

Desde essa data, este cimento tem revolucionado a dentística, periodontia, odontopediatria e a endodontia, e vem sendo indicado com altas taxas de êxito no tratamento de problemas pulpares, endodônticos e periodontais como: perfurações radiculares, retrobturações, capeador pulpar direto e também para confeccionar os plugs em dentes com rizogênese incompleta. O sucesso do material se deve às suas excelentes propriedades como: biocompatibilidade, boa vedação e adaptação marginal, insolubilidade nos fluidos tissulares, e certa resistência, além de estimular a reparação de tecidos duros como osso, dentina e cemento (Magini et al. 1999, Balachandran 2013).

Os principais componentes do MTA são: tricálcio silicato, tricálcio alumínio, óxido tricálcio e óxido de silicato, além do óxido de bismuto que proporciona radiopacidade. O pó consiste de partículas finas e hidrofílicas, que tomam presa mesmo submerso em líquidos e na presença de umidade. Por isso, os líquidos e até mesmo o sangue dos tecidos adjacentes agem como ativador da reação química deste material, e portanto, não apresenta problema o seu uso em ambiente úmido, o que é importante visto que é utilizado em contato direto com tecidos cruentos. Este cimento também possui capacidade de induzir formação de tecido duro, provavelmente este efeito se deve ao seu alto pH e a presença abundante de íons cálcio e fosfato (Torabinejad et al. 1995).

Dentre as limitações deste material, sabe-se que apesar do seu alto pH, sua atividade antibacteriana não é total, o que também ocorre com os outros materiais com as mesmas indicações que o MTA. O alto custo, o longo tempo de presa, e a dificuldade de manipulação, também constituem as desvantagens deste cimento. (Estrela et al. 2000)

REVISÃO DE LITERATURA

Em 1995, Torabinejad et al. apresentaram a composição química, pH e radiopacidade do MTA, e compararam o tempo de presa, força a compressão e solubilidade deste com amálgama, Super EBA e IRM. Os resultados mostraram que os principais compostos presentes no MTA são: silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido de silicato, além de outros óxidos minerais; enquanto a nomenclatura taquigráfica do cimento Portland pode ser relacionada como: silicato tricálcico ($3CaO.SiO_2$), silicato dicálcico ($2CaO.SiO_2$), aluminato tricálcico ($3CaO.Al_2O_3$), aluminoférrico tetracálcico ($4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$), sulfato de cálcio hidratado ($CaO.SO_3.2H_2O$), óxidos alcalinos e outros constituintes. O pH medido foi de 12,5 três horas após ser misturado à água. Sendo este cimento mais

radiopaco que o Super EBA e IRM. O amálgama teve menor tempo de presa (4 min) e o MTA teve o maior (2h e 25min). Em relação a solubilidade, nenhum dos materiais testados, exceto o IRM, apresentou solubilidade.

Também em 1995, Torabinejad et al. avaliaram o efeito antibacteriano do MTA sobre 9 bactérias anaeróbias facultativas (*Streptococcus faecalis, Streptococcus mitis, Streptococcus mutans, Streptococcus salivarius, Lactobacillus species, Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis, Bacillus subtilis, Escherichia coli*) e 7 bactérias anaeróbias estritas (*Prevotella buccae, Bacterioides fragilis, Prevotella intermedia, Prevotella melaninogênica, Fusobacterium nucleatum, Peptostreptococcus anaerobius, F. necrophorum*) por Torabinejad et al. Os autores concluíram que o MTA a fresco apresentou maior efeito antimicrobiano que o MTA após a presa, e que esse material não apresentou ação antibacteriana sobre nenhuma das anaeróbias, mas causou algum efeito em 5 dos 9 facultativos, estando o seu efeito antibacteriano associado ao seu alto pH ou à liberação de substâncias difusíveis no meio de crescimento.

Testes in vitro, realizados também pela equipe de Torabinejad et al. (1995), avaliaram a citotoxicidade do amálgama, Super EBA, IRM e MTA, usando métodos como ágar sobreposto e cromo radioativo. Na técnica do ágar, o amálgama mostrou a menor citotoxicidade, seguido pelo MTA, IRM e Super EBA, porém, com o radiocromo o MTA foi o menos citotóxico, seguido pelo amálgama, Super EBA e IRM.

Em 1996, Pitt Ford et al. pesquisaram sobre o uso do MTA como material capeador direto em pequenas perfurações pulpares, comparando-o com o hidróxido de cálcio. Todos os dentes cujas polpas foram capeadas com MTA mostraram formação de pontes de dentina e estavam livres de inflamação nos períodos avaliados. Algumas polpas protegidas com hidróxido de cálcio formaram pontes de dentina e em todas foi observada inflamação pulpar. Porém, os autores concluíram que é necessário estudo com amostra maior para confirmar este resultado.

Souza et al. no ano de 1999 confirmaram que o pH do MTA após a presa é de 12,5 e o tempo de presa é de pouco mais de 3 horas apesar de apresentar um endurecimento parcial em poucos minutos, sua resistência à compressão após 21 dias é de 70Mpa, significantemente menor que a dos outros materiais, por isso deve ser usado em áreas internas (não coronárias) onde não ocorrem forças de pressão e tração intensas. Além disso, em microscopia eletrônica de varredura foi verificado que MTA tem a melhor adaptação marginal às paredes dentinárias, quando comparado com IRM, Super EBA e amálgama.

Antes do conhecimento de que MTA e cimento Portland são substâncias similares, Holland et al. (1999) avaliaram a reação tecidual do conjuntivo ao MTA e hidróxido de cálcio através de implantes de tubos de dentina preenchidos com os materiais. Os mesmos resultados sugerindo cristais de calcita foram observados tanto para o hidróxido de cálcio quanto para o MTA. Como os cristais de calcita são formados pela reação do cálcio do hidróxido de cálcio com o dióxido de carbono do tecido conjuntivo, o fato de o MTA induzir a formação de tais cristais mesmo sem possuir o hidróxido de cálcio em sua composição pode ser justificado da seguinte maneira: todo o MTA pode ser dividido em duas fases, uma de estrutura amorfa de fosfato de cálcio e outra com discretos cristais de óxido de cálcio; sendo este óxido de cálcio capaz de reagir com os fluidos teciduais para formar o hidróxido de cálcio. O grupo de pesquisadores também avaliou a semelhança entre MTA e cimento Portland como materiais utilizados em pulpotomias ou capeamentos pulpares e como materiais obturadores do canal radicular. O tecido pulpar e periapical, assim como no tecido conjuntivo subcutâneo de rato, respondeu de maneira idêntica para os dois materiais testados, proporcionando um completo selamento biológico com ausência de reação inflamatória na maioria dos casos de pulpotomia e capeamento pulpar quanto nos de obturação radicular.

Também em 1999, Magini et al. fizeram um interessante experimento no qual puseram o MTA selando uma perfuração no terço médio radicular de um dente humano que foi intencionalmente extraído e depois reimplantado. A proservação do caso mostrou que o cimento se adaptou perfeitamente à superfície radicular, e que apesar de radical, essa técnica de tratamento de perfuração radicular pode sim ser indicada com sucesso.

Shabahang et al. (1999) avaliararam a capacidade do MTA em induzir a formação de tecido duro em apicificação, comparando com hidróxido de cálcio e proteína osteogênica-1. Eles observaram ocorrência de fechamento apical em 92,85% dos casos nos quais utilizaram o MTA e em 38,47% com os demais materiais. Além disso, a inflamação foi consideravelmente menor nos casos em que o MTA foi utilizado. Baseados nesses resultados, concluíram que o MTA pode ser uma alternativa muito interessante ao hidróxido de cálcio em tratamentos de apicificações, pois o fato dele tomar presa elimina a tarefa de ser removido e substituído por outro material que é o que ocorre com o hidróxido de cálcio.

Também em 1999, Morandi avaliou o MTA, o Super-EBA, o IRM e o OZE consistente como materiais retrobturadores em cirurgias parendodônticas. O autor afirma que dos quatro cimentos retrobturadores testados, o único que estimulou a deposição de cemento em íntimo contato com o material selador foi o MTA devido a sua excelente biocompatibilidade com os tecidos periapicais, principalmente os mineralizados.

Estrela et al. no ano 2000, testaram o efeito antimicrobiano de diferentes materiais: MTA, cimento Portland®, pasta de hidróxido de cálcio, Sealapex® e Dycal® contra *Staphylococcus aureus, Enterococcus faecalis, Pseudomonas aeruginosa, Bacillus subtilis e Candida albicans*. O efeito antimicrobiano sobre todos os microrganismos foi maior com a pasta de hidróxido de cálcio ocorrendo zonas de inibição e difusão (6 a 9,5 mm e 10 a 18 mm, respectivamente). Com os demais materiais apenas observaram-se zonas de difusão, sendo que com o MTA foram de 17 mm para o *E. faecalis* e 7 a 8 mm para os outros microrganismos. Este trabalho mostrou que após a presa, o MTA não tem efeito bactericida significante, porém os outros materiais também não. Ele demonstrou uma inibição da proliferação na sua superfície para apenas alguns tipos de bactérias, coisa que nenhum outro cimento apresentou.

No ano de 2001, após a divulgação da semelhança entre MTA e o cimento Portland, Holland et al. repetiram o experimento de 1999, desta vez acrescentando um grupo de implantes de tubos preenchidos com cimento Portland em ratos. Os resultados dos grupos do MTA e cimento Portland foram similares entre si e quase os mesmos daqueles apresentados pelo grupo do hidróxido de cálcio após 30 dias.

Dalçóquio et al. (2001) compararam “in vitro” a quantidade de infiltração de corantes em dentes retrobturados com MTA, Ketac-Fill, IRM e cianoacrilato. Os resultados mostraram que não houve diferença entre os materiais nos períodos de 48 horas e 60 dias, mas no período de 7 dias houve diferença significante, sendo que o MTA mostrou os melhores resultados, seguido pelo Ketac-Fil, cianoacrilato e IRM.

Haas et al. também em 2001, baseados nos resultados dos seus estudos, afirmaram que o MTA é um material que vem sendo sugerido com sucesso como capeador pulpar direto. Seu efeito sobre o tecido pulpar é semelhante ao do hidróxido de cálcio, observando-se uma camada de necrose superficial prévia, decorrente da alta alcalinidade deste material, fazendo com que se forme uma ponte de dentina através da estimulação das células imediatamente abaixo, semelhante àquela observada na presença do hidróxido de cálcio.

Tanomaru Filho et al. em 2002 testaram o grau de infiltração marginal entre os cimentos MTA, Sealer 26 e óxido de zinco e eugenol em perfurações de raiz. Os resultados demonstraram que o Sealer 26 e MTA proporcionaram selamento marginal bem superiores e semelhantes entre si, melhores que os obtidos pelo cimento de óxido de zinco e eugenol.

Em outro experimento da equipe de Holland em 2002, utilizando a mesma metodologia dos trabalhos anteriores, comparou o MTA cinza com o MTA branco, e novamente os resultados foram os mesmos para os materiais testados. Estes trabalhos sugerem que os mecanismos de ação do hidróxido de cálcio, MTA cinza, cimento Portland e MTA branco sejam bem similares.

Ribeiro et al. em 2005 avaliaram, em cultura de células de ratos, a genotoxicidade e a citotoxicidade do MTA comparando o normal cinza e o branco. Os resultados mostraram não haver diferenças entre eles quanto à citotoxicidade, que se mostrou bem baixa, e que ambos não apresentam

genotoxicidade, ou seja, não são capazes de promover alterações no material genético das células pesquisadas.

Em 2007, Holland et al. publicaram um trabalho sobre a diferença de resposta periapical em dentes de cães obturados com MTA preparado com água destilada e outro grupo com propilenoglicol, variando também os limites da obturação, no limite do canal cementário ou além deste. Os resultados mostraram não haver diferenças entre o grupo com água e o com propileno, mas o grupo com a obturação no limite CDC se mostrou melhor do que o que ultrapassava. Esse trabalho foi importante pois mostrou o crescimento de cemento sobre as retrobturações, mostrando que o organismo do cão não identificava o MTA como corpo estranho e sim como parte dele, tamanha a histocompatibilidade do material.

Sarris et al. em 2008, publicaram um estudo onde 17 incisivos com polpas necrosadas e com raízes incompletas, em 15 pacientes, foram submetidos a um tratamento de apicificação conduzido da seguinte maneira: instrumentação e irrigação convencionais, uma semana de curativo com hidróxido de cálcio, um plug intra-canal de 3 a 4 mm de MTA, e depois foram obturados com guta percha termoplastificada. Os autores relataram 94,1% de sucesso clínico e em 76,5% houve também a regressão da lesão denotando sucesso radiográfico.

Zairi et al. em 2012, testaram a resposta tecidual ao MTA, fator de crescimento transformante β1 (TGFβ1), fator de crescimento básico fibroblástico (bFGF), fator de crescimento insulínico – I (IGF-I), e proteína osteogênica 1 (OP-1), em comparação ao IRM em perfurações de furca em dentes de cães, e observaram que o IRM causou uma inflamação bem maior, obtendo o pior resultado, porém o MTA apresentou os melhores resultados quanto à reparação tecidual do que todos os fatores de crescimento.

Em 2013, Balachandran realiza um estudo “in vitro” colocando em perfurações de furca de 40 pré-molares três materiais para testar a micro-infiltração: MTA, cimento de osso bioativo e Super EBA. O resultado mostrou que tanto o MTA quanto o cimento de osso mostraram ótimos resultados quanto à micro-infiltração, sendo ambos superiores ao Super EBA, porém o cimento de osso foi citado como de mais fácil manipulação, uma das desvantagens do MTA.

Lieblich em 2015 escreve um artigo de levantamento bibliográfico onde apresenta vários e importantes trabalhos da literatura mundial citando os excelentes resultados do emprego do MTA nas cirurgias parendodônticas tanto em restauração de perfurações como em obturação de retrocavidades. O artigo descreve o MTA como o melhor e mais biocompatível da atualidade comparado com vários outros tipos de materiais obturadores.

DISCUSSÃO

Sabe-se que as perfurações iatrogênicas são umas das principais causas de insucessos de tratamentos endodônticos, pois geralmente são problemas de difícil solução e com prognóstico sombrio. Para se aumentar as taxas de êxito, é importante selecionar um material selador eficiente e com boas propriedades. Existem inúmeras opções de materiais disponíveis para tratamento destas lesões, tais como: o amálgama, o cimento de hidróxido de cálcio, cimento óxido de zinco e eugenol, IRM, Sealer 26, Super EBA, cimento de ionômero de vidro, resinas e alguns outros menos conhecidos como o cimento à base de osso. Dentre todos esses, o MTA tem sido indicado para o tratamento deste problema, pois, de acordo com autores avaliados neste trabalho, possui muitas vantagens em relação aos outros materiais, mas as principais delas são a boa vedação marginal, ótima aceitação pelos tecidos adjacentes e a estimulação destes ao reparo (Torabinejad 1995, Pitt Ford 1996, maru Filho et al. 2002, Sarris et al. 2008, Balachandran et al. 2013, Lieblich 2015).

Entre as características ideais de um cimento obturador estão citadas: radiopacidade adequada, resistência à tração e pressão , insolubilidade, boa vedação marginal e biocompatibilidade. Embora a literatura (Torabinejad 1995, Holland 2002 e 2007) indique que o MTA se enquadre perfeitamente nessas exigências, mostrando superioridade em vários aspectos em relação aos outros cimentos mais comummente usados, alguns pontos negativos devem ser levantados, entre os quais se encontra o fato

de não apresentar bom escoamento, e de sua consistência após preparado não ser das mais fáceis de se manipular, o que dificulta a inserção e condensação do material. A radiopacidade do MTA também não é das melhores uma vez que é muito semelhante à da dentina, tornando difícil sua visualização radiográfica. (Tanomaru Filho et al. 2002, Zairi et al. 2012).

Com os artigos levantados por este trabalho também podemos ressaltar que o agregado trióxido mineral é bem indicado em todos os casos onde se realizam curativos de hidróxido de cálcio para estimular a reparação dos tecidos mineralizados tais como: perfurações, retrobturações, capeamento pulpar direto, pulpotomia, apicigênese, apicificação e reabsorções internas e externas (Pitt Ford et al. 1996, Haas et al. 2001, Holland 2007, Tanomaru Filho et al. 2002, Sarris et al. 2008, Balachandran et al. 2013, Lieblich 2015).

Foram encontrados vários trabalhos na literatura que demonstraram que o MTA possui o menor grau de infiltração marginal quando comparado ao amálgama, IRM, e Super EBA que eram os materiais até então mais usados em retrobturações e perfurações (Magini et al. 1999, Tanomaru Filho et al. 2002, Balachandran et al. 2013). Outras pesquisas ainda ressaltam que o MTA tem excelente capacidade de vedação, permitindo selamento marginal perfeito, resistente a microinfiltração (Haas 2001, Lieblich 2015).

Em relação a resistência à compressão, as pesquisas observaram que após 21 dias o MTA apresentou resistência de 70mpa, o que é um valor relativamente baixo, porém aceitável, pois este cimento é, e deve ser, utilizado em locais livres de carga mastigatória (Souza 1999, Tanomaru Filho et al. 2002).

Os autores são unânimes em confirmar e destacar a alta biocompatibilidade do MTA. Todos os estudos realizados para avaliar esta propriedade concluíram que este cimento não prejudica os tecidos adjacentes gerando inflamação, mas pelo contrário, consegue estimular a reparação dos mesmos (Magini 1999, Tanomaru Filho et al. 2002, Torabnejad 1995, Lieblich 2015), gera baixa resposta inflamatória (Pitt Ford et al. 1996, Souza 1999, Holland 2007), e nenhuma genotoxicidade (Ribeiro et al. 2005).

A capacidade de induzir mineralização em dentina tornam o MTA um material indicado no capeamento pulpar direto. Sua ação é semelhante ao hidróxido de cálcio, ambos possuem um pH elevado, porém o MTA tem a vantagem de tomar presa, e assim poder ser mantido no local como forramento da restauração o que não é possível com o pó de hidróxido de cálcio que após o período de efeito deve ser removido e substituído por um outro forramento. Além de estimular a formação dentinária, o MTA mantém os tecidos pulpares livres de inflamação já em curto prazo. Estas excelentes propriedades permitem que este cimento também seja utilizado nas reabsorções internas (Pitt Ford 1996, Balachandran 2013).

Obturações retrógradas em cirurgias parendodônticas tem sido realizadas com sucessos com o MTA, apesar da dificuldade de ser inserido no interior das cavidades, ele tem a vantagem de não necessitar de campo seco pois a umidade do ambiente ou mesmo a imersão em fluidos não influi na sua presa. A sua consistência após a inserção e demora na presa, no entanto, não permitem que seja feita uma boa condensação ou brunimento da obturação, o que não parece ter influência no sucesso do procedimento, pois mesmo diante dessas dificuldades as restaurações apresentam baixíssimas taxas de infiltração marginal (Morandi 1999, Zairi et al. 2012, Lieblich 2015).

Além das indicações já descritas até aqui, também é alvo de pesquisas o uso do agregado trióxido mineral em capeamentos pulpares diretos ou pulpotomias no intuito de preservar a vitalidade da polpa, ao menos a radicular, para que o dente seja capaz de terminar a formação da raiz (apicigênese), e também de estimular formação de barreira apical de tecido duro em dentes permanentes jovens, com raízes incompletas, onde a polpa já foi removida (apicificação). A capacidade de induzir a calcificação é atribuída ao fato do MTA atrair e estimular células dos tecidos mineralizados vizinhos e também células mesenquimais indiferenciadas (células tronco), devido ao seu pH alcalino, e pela liberação de substâncias que ativariam estas células, além das propriedades bioquímicas, sua ótima capacidade seladora também seria responsável pela diminuição da inflamação da área evitando a penetração de microrganismos (Pitt Ford et al. 1996, Shabahang et al. 1999, Zairi et al. 2012, Lieblich 2015).

CONCLUSÕES

De acordo com as informações obtidas na revisão de literatura feita nesse trabalho e sua análise, foi possível concluir que:

1) O MTA se constitui numa substância extremamente biocompatível que pode ser indicada com sucesso comprovado para: tratamento de perfurações radiculares, obturação apical em cirurgias parendodônticas, capeamento pulpar direto, pulpotomia, e "Plug" apical em obturação de dentes com rizogênese incompleta.

2) Além da compatibilidade e da estimulação bioquímica que proporciona aos tecidos, o que lhe confere a capacidade de induzir a reparação de tecidos mineralizados como o osso, a dentina e o cemento; o MTA é um material com outras propriedade físicas consideradas importantes para seu uso na clínica odontológica, a saber: boa adaptação marginal, relativa adesividade, boa capacidade seladora, pH altamente alcalino, toma presa em presença de umidade (saliva e sangue), insolubilidade e certa radiopacidade.

3) Apesar do alto pH, seu efeito antibacteriano não pode ser considerado poderoso, mas ainda assim é melhor que os outros materiais usados como cimentos em perfurações e retrocavidades, que não apresentam nenhum efeito contra bactérias.

4) Dificuldade de manipulação e inserção nas cavidades, longo tempo de presa e alto custo são as desvantagens desse material

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALACHANDRAN JG. Comparison of sealing ability of bioactive bone cement, mineral trioxide aggregate and Super EBA as furcation repair materials: A dye extraction study. J Conserv Dent. 2013 May;16(3):247-51.

DALÇÓQUIO C. et al. Selamento apical após retrobturações com MTA, IRM, Ionômero de vidro e cianoacrilato. Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent. 2001. 55(34):194-8.

ESTRELA C, BAMMANN LL, ESTRELA CRA, SILVA RS, PÉCORA JD. Antimicrobial and Chemical Study of MTA, Portland Cement, Calcium Hydroxide Paste, Sealapex and Dycal. Braz Dent J. 2000. 11(1):3-9.

HAAS AN. et al. Novas tendências na preservação do complexo dentinopulpar: materiais indutores de tecido calcificado. Rev. ABO Nac. 2001. 9(2):145-50.

HOLLAND R, et l. Influence of the type of vehicle and limit of obturation on apical and periapical tissue response in dogs' teeth after root canal filling with mineral trioxide aggregate. J Endod. 2007. 33(6):693-7.

HOLLAND R, et al. Healing Process of Dog Dental Pulp after Pulpotomy and Pulp Covering with Mineral Trioxide Aggregate or Portland Cement. Braz Dent J. 2001. 12(2):109-13.

HOLLAND R, et al. Reaction of Rat Connective Tissue To Implanted Dentin Tubes Filled with Mineral Trioxide Aggregate or Calcium Hydroxide. J Endod. 1999. 25(3):161-6.

HOLLAND R, et al. Reaction of Rat Connective Tissue to Implanted Dentin Tube Filled with Mineral Trioxide Aggregate, Portland Cement or Calcium Hydroxide. Braz Dent J. 2001. 12(1):3-8.

LIEBLICH SE. Current Concepts of Periapical Surgery. Oral Maxillofac Surg Clin North Am. 2015 Aug;27(3):383-92.

MAGINI RS. et al. Reimplante intencional para tratamento de perfuração radicular. RGO, 1999. 47(1):7-12.

MORANDI R. Avaliação histomorfológica realizada em dentes de cães com lesão periapical, após apicectomia e obturação retrógrada convencional com cimentos à base de óxido de zinco e eugenol e o agregado de trióxido mineral. (Dissertação de Mestrado) Araçatuba: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista; 1999. 320p.

PITT FORD TR. et al. Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. J. Am. Dent. Assoc. 1996. 127(3):1491-4.

RIBEIRO DA. Et al. In vitro biocompatibility tests of two commercial types of mineral trioxide aggregate. Braz Oral Res. 2005. 19(3):183-7.

SARRIS S, TAHMASSEBI JF, DUGGAL MS, CROSS IA. A clinical evaluation of mineral trioxide aggregate for root-end closure of non-vital immature permanent incisors in children-a pilot study. Dent Traumatol. 2008. 24(1):79-85.

SHABAHANG, S. et al. A comparative study of root-end induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide, and mineral trioxide aggregate in dogs. J Endod. 1999. 25(1):1-5.

SOUZA LC. et al. Perfurações iatrogênicas: super-EBA e MTA - uma revisão de novos cimentos. Odontologia - USF Bragança Paulista, 1999. 17(2):99-105.

TANOMARU FILHO M. et al. Capacidade de selamento de materiais retrobturadores em perfurações radiculares laterais. Rev. Bras. Odontol., Rio de Janeiro, 2002. 59(2):80-2.

TORABINEJAD M. et al. Physical and chemical properties of a new root - end filling material. J. Endod. 1995. 21(7):349-53.

TORABINEJAD M. et al. Antibacterial effects of some root end filling materials. J. Endod. 1995. v. 21, n. 8, p. 403-6.

TORABINEJAD M. et al. Cytotoxicity of four root end filling materials. J. Endod. 1995. 21(10):490-2.

ZAIRI A, et al. Periradicular Tissue Responses to Biologically Active Molecules or MTA When Applied in Furcal Perforation of Dogs' Teeth. Int J Dent. 2012.