Faculdade de Sete Lagoas - FACSETE

Paulo Márcio de Oliveira Novaes

**MTA NA ENDODONTIA**

BELO HORIZONTE – MG

2019

Paulo Márcio de Oliveira Novaes

**MTA NA ENDODONTIA**

Monografia apresentada ao Programa de pós-

Graduação em Odontologia da Faculdade de

Sete Lagoas – FACSETE, como requisito

parcial à obtenção do título de Especialista

em Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Rodrigues Soares

de Magalhães

BELO HORIZONTE – MG

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

|  |
| --- |
| NOVAES, Paulo Márcio de Oliveira.  MTA na Endodontia / Paulo Márcio de Oliveira Novaes. – 2019  .  30 f.  Orientador: Rafael Rodrigues Soares de Magalhães  Monografia (Especialização) – Faculdade de Sete Lagoas - FACSETE, 2019. Inclui bibliografia.  1. MTA  I. MTA na Endodontia.  II. Rafael Rodrigues Soares de Magalhães. |

# 

**AGRADECIMENTOS**

À minha esposa Celencina e filha Anna Beatriz pelo apoio e colaboração.

Aos professores do curso de Especialização em Endodontia e equipe EME: Prof. Geraldo Avelar, Prof. Leonardo Melgaço, Prof. Marcos Rabelo, Prof. Otaviano Luiz e Prof. Rafael Magalhães pelo aprendizado e convivência.

“Somente se aproxima da perfeição quem

a procura com constância, sabedoria e

sobre tudo muita humildade.”

(Jigoro Kano)

RESUMO

A odontologia tem se desenvolvido historicamente a olhos vistos, como é o caso de cimentos de uso odontológicos, como o desenvolvimento do Óxido de Zinco e Eugenol, Cimento Super EBA® (Cimento de ácido etoxibenzóico) (HI Bosworth Co, Skokie, IL), Amálgama de Prata, Cavit® (SPE América 3M, Norristown, PA), Ionômero de Vidro, Hidróxido de Cálcio, Fosfato Tricálcico, todos para selamento radiculares e todos tiveram resultados diferentes, com taxa de sucesso variável. Com os recursos de que a Odontologia moderna dispõe, o tratamento endodôntico apresenta índice de sucesso próximo a 95%. O Mineral Trioxide Aggregate (MTA) tem sido considerado como um material endodôntico revolucionário. Este estudo teve como objetivo uma revisão bibliográfica sobre o cimento Mineral Trioxide Aggregate (MTA), sua composição e suas aplicações na endodontia: capeamento pulpar, pulpotomia, apicificação, apicogênese, reparação de perfurações radiculares e de furca, obturação retrógrada, microcirurgia periapical, material obturador em caso de reabsorção radicular interna e cimento obturador; e uma abordagem sobre os cimentos Biocerâmicos. O MTA vem sendo pesquisado e indicado em outras diferentes condições clínicas: em perfurações resultantes de reabsorções internas e externas comunicantes, no tratamento conservador da polpa dental (pulpotomias e capeamento pulpar) e como material estimulador da apicificação. MTA oferecem resposta celular adequada como indução de osteogênese e cementogênese. É um material hidrofílico, poder ser utilizado em ambiente úmido ou com a presença de sangue, tornando-o adequado para ser utilizado como barreira apical em dentes com ápice incompletamente formado, com indução na formação de tecido duro. Permite a conclusão do tratamento em curto prazo. Os fabricantes recomendam que o plug de MTA apresente espessura variando entre 3 e 5 m para os procedimentos de apicificação. O MTA apresenta vantagens quando comparados a outros compostos, fácil manipulação e remoção de excessos, porém apresenta desvantagens como longo tempo de presa, 3-4 h, e alto custo. Dentes imaturos, com ausência de constrição apical, polpa necrótica e lesão periapical são difíceis de tratar por meio de terapia endodontia convencional. O papel de materiais como o hidróxido de cálcio e MTA são indispensáveis. MTA propicia um selamento físico ideal, é insolúvel, mesmo com a presença de sangue; seu pH alto e alta conversão de íons cálcio, para o crescimento e passagem de bactérias do tecido periodontal para a perfuração local. Suas propriedades físicas, químicas e biológicas estimula o processo de reparação.

Palavras-chave: Endodontia, MTA, perfuração radicular, plug apical, rizogênese incompleta.

ABSTRACT

Dentistry has historically developed in the eye, as in the case of dental cement, such as the development of Zinc and Eugenol Oxide, Super EBA® Cement (HI Bosworth Co, Skokie, IL), Silver Amalgam Cavit® (SPE America 3M, Norristown, PA), Glass Ionomer, Calcium Hydroxide, Tricalcium Phosphate, all for root sealing and all had different results with varying success rates. With the resources available to modern dentistry, endodontic treatment has a success rate close to 95%. Trioxide Aggregate (MTA) Mineral has been considered as a revolutionary endodontic material. This study aimed to review the literature on Trioxide Aggregate Mineral Cement (MTA), its composition and its applications in endodontics: pulp capping, pulpotomy, apicogenesis, repair of root and furcation perforations, retrograde obturation, periapical microsurgery, material obturator in case of internal root resorption and obturator cement; and an approach on Bioceramic cements. MTA has been researched and indicated in other different clinical conditions: in perforations resulting from communicating internal and external resorption, conservative treatment of dental pulp (pulpotomies and pulp capping) and as an apicification stimulating material. MTAs provide adequate cellular response as osteogenesis and cementogenesis induction. It is a hydrophilic material, can be used in a humid environment or with the presence of blood, making it suitable for use as an apical barrier in teeth with incompletely formed apex, with induction in the formation of hard tissue. Allows completion of treatment in the short term. Manufacturers recommend that the MTA plug should be between 3 and 5 m thick for apiculture procedures. MTA has advantages when compared to other compounds, easy handling and excess removal, but has disadvantages such as long setting time, 3-4 h, and high cost. Immature teeth with no apical constriction, necrotic pulp and periapical lesion are difficult to treat by conventional endodontic therapy. The role of materials such as calcium hydroxide and MTA are indispensable. MTA provides an ideal physical seal, is insoluble even with the presence of blood; its high pH and high calcium ion conversion, for the growth and passage of bacteria from periodontal tissue to local perforation. Its physical, chemical and biological properties stimulates the repair process.

Keywords: Endodontics, MTA, root perforation, apical plug, incomplete rhizogenesis.

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

Ca (OH) 2: hidróxido de cálcio

CA: Califórnia

CaSO4: Sulfato de cálcio

EUA: Estados Unidos da América

FDA: Food and Drug Admintration

Fe2O3: Óxido de ferro

IRM ®: intermediate restorative material

MTA: Mineral Trioxide Aggregate (Agregado de Trióxido Mineral)

SCR: Sistema de Canais Radiculares

Super EBA ®: cimento de óxido de zinco e eugenol reforçado

**SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_11
2. REVISÃO DA LITERATURA E DISCUSSÃO \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_12
   1. APLICAÇÕES DO MTA \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_16
      1. USO DO MTA NAS APICIFICAÇÕES \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_16
      2. USO DO MTA NAS PERFURAÇÕES \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_19
      3. USO DO MTA NAS OBTURAÇÕES RETRÓGRADAS \_\_\_\_\_\_\_\_21
   2. BIOCERÂMICOS\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_22
3. CONCLUSÃO \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_25
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_26

1 INTRODUÇÃO

O MTA foi desenvolvido pelo Dr. Mahmoud Torabinejad, professor e pesquisador da Universidade de Loma Linda, Califórnia (CA) - EUA. (FUKUNAGA, *et al., 2007; MARTINS,* 2010; COSTA *et al., 2014;* OLIVEIRA, 2014).

Um cimento endodôntico deve seguir alguns requisitos, como, apresentar boa capacidade de selamento a longo prazo, biocompatibilidade, não interferir nos processos biológicos de reparo, não ser reabsorvido, possuir boa estabilidade dimensional, facilidade de preparo e inserção, radiopacidade e ser insensível. 0 MTA apresenta características apreciáveis, por ser um material biocompatível, com boa resistência à compressão, pH básico, proporcionar selamento “hermético” das perfurações, prevenir infiltrações, ter efeito antimicrobiano, possuir um bom tempo de trabalho e manuseio, induzir dentinogênese, cementogênese e osteogênese, hidrofílico e radiopaco . O MTA demonstrou ser eficiente no tratamento das perfurações radiculares, por promover a regeneração dos tecidos originais endo-periodontais (TESSARE JR *et al*., 2005; BROON *et al.,* 2006; BELARDINELLI *et al.,* 2007; FUKUNAGA *et al., 2007;* BRITO *et al*., 2009; CORREIA, 2010; COSTA *et al., 2014*; OLIVEIRA *et* al., 2016).

O MTA é um pó composto de finas partículas hidrofílicas de silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, alumínio ferrítico tetracálcico, sulfato de cálcio diidratado, óxido tricálcico, óxido de silicato, óxido de bismuto (radiopacificador) e ainda outros óxidos responsáveis pelas propriedades químicas e físicas (TORABINEJAD *et al*., 1995; MAIN *et al*., 2004; CARVALHO *et* al., 2005; TESSARE JR *et al*., 2005; BROON *et al.,* 2006; OLIVEIRA, 2014; RIBEIRO *et al*., 2006; BELARDINELLI *et al.,* 2007; FUKUNAGA *et al., 2007*; CORREIA, 2010; COSTA *et al., 2014*).

O seu pH inicial, após a manipulação, é de 10.2, aumentando para 12.5 após 3 horas, permanecendo constante.(TORABINEJAD *et al*., 1995; TESSARE JR *et al*., 2005; FUKUNAGA *et al., 2007*; CORREIA, 2010; OLIVEIRA, 2014).

Após a sua presa o MTA passa a conter óxido de cálcio, que reagindo com fluidos teciduais origina o hidróxido de cálcio, estimulando a deposição de tecido duro (HOLLAND *et al*., 2002).

O MTA é usado na endodontia com sucesso há anos, sendo indicado nos casos de capeamento pulpar, pulpotomia, apicificação, apicogênese, reparação de perfurações radiculares e de furca, obturação retrógrada, microcirurgia periapical, material obturador em caso de reabsorção radicular interna e cimento obturador.(TESSARE JR *et al*., 2005; RIBEIRO *et al*., 2006; BELARDINELLI *et al*., 2007; FUKUNAGA *et al*., 2007; JACOBOVITZ *et* *al*., 2009; CORREIA, 2010; MARTINS *et al*., 2010; COHEN *et al*., 2011; BARROS *et al*.,2012; COSTA *et al*., 2014).

Este estudo teve como objetivo uma revisão bibliográfica sobre o cimento Mineral Trioxide Aggregate (MTA), sua composição e algumas de suas aplicações na endodontia e uma abordagem sobre os cimentos Biocerâmicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA E DISCUSSÃO

O MTA foi descrito pela primeira vez, na literatura odontológica em 1993 pelo Dr. Mahmoud Torabinejad, que demonstrou sua capacidade em obturações retrógradas (TESSARE JR *et al*., 2005; MARTINS, 2010; SOUZA *et* al., 2014; OLIVEIRA *et al*., 2016).

A patente do MTA foi requerida em 1995, e foi comercializado com o nome de Pro Root MTA. Nela está estabelecido que esse material é um cimento Portland® comum, tipo 1, com maior grau de fineza e presença de óxido de bismuto, como agente radiopaco. (COGO *et al*., 2009; CORREIA, 2010).

A aprovação deste produto para uso endodôntico pela Food and Drug Admintration (FDA) ocorreu em 1998 e seu uso como material retro-obturador associado à cirurgia apical foi relata do pela primeira vez em 1999. (CORREIA, 2010; COSTA *et al.,* 2014; SOUZA *et* al., 2014; OLIVEIRA *et al*., 2016).

É apresentado em formato de pó branco ou cinza, de fácil manipulação, de partículas hidrofílicas finas que endurecem na presença de umidade. Foi comercializado inicialmente na cor cinza, mas tem sido substituído pela cor branca. Os cimentos MTA cinza e o branco se diferenciam na fórmula pela ausência do Aluminoferrite Tetracálcico. A falta desse composto contendo ferro pode ser responsável ​​por sua aparência esbranquiçada, um benefício deste novo tipo é a sua aplicação em áreas esteticamente sensíveis. (TORABINEJAD *et al*., 1995; FERRIS e BAUMGARTNER, 2004; TESSARE JR *et al*., 2005; GOMES FILHO *et al*., 2008; CORREIA, 2010).

Pesquisqadores analisaram a composição química, pH e as características da superfície de MTA cinza com MTA branco (ProRoot® MTA). Foi demonstrado que ambos são os mesmos, apenas diferentes em sua composição química, como o óxido de ferro (Fe2O3) que foi ausente no MTA branco e no sulfato de cálcio (CaSO4) que estava ausente no MTA cinza. (BROON *et al.,* 2006; CORREIA, 2010; COSTA *et al., 2014*).

A remoção do componente de ferrite de alumínio da formula do MTA cinzento apenas vai diminuir o risco de coloração do dente pois a nível biológico nada é afetado. (OLIVEIRA, 2014).

O MTA é um cimento que tem sido usado em ambientes úmidos e molhados, tais como a água, sangue e outros fluidos sem perda de suas propriedades. (FERRIS e BAUMGARTNER, 2004; TESSARE JR *et al*., 2005; GOMES FILHO *et* al., 2008).

O MTA pode suportar imersão em fluidos sem alterar suas habilidades de selamento. (TESSARE JR *et al*., 2005) tendo a capacidade de expandir, durante a reação de endurecimento, por hidratação, sendo esta uma das razões para a sua excelente capacidade de selamento (CORREIA, 2010).

Segundo Holland e Colaboradores (2002), o mecanismo de ação do MTA é similar ao hidróxido de cálcio. O óxido de cálcio, um dos constituintes do MTA, ao realizar-se a preparação da pasta com água, seria convertido em hidróxido de cálcio, e este em contato com os fluidos tissulares, se dissociaria em íons de cálcio e hidroxila. Na sequência haveria a formação de uma ponte de tecido duro.

As principais propriedades físico-químicas e mecânicas do MTA são: baixa solubilidade, capacidade de adesão á dentina, resistência relativa à compressão (TORABINEJAD *et al*., 1995). Estas características estão próximas ao satisfatório, porém dependem do tamanho das partículas, proporção pó/líquido, temperatura e presença de ar e umidade (POST *et al*., 2010). A hidratação do pó de MTA resulta em um gel coloidal que solidifica em uma estrutura dura em menos de 3 horas (TORABINEJAD *et al*., 1995; CORREIA, 2010).

A força compressiva do MTA é significativamente menor que a do amálgama de prata, do IRM® ou do Super EBA®, 24 horas após a sua mistura. No entanto, após 3 semanas, apenas a amálgama de prata mantém força compressiva superior ao MTA, não existindo diferença entre o MTA e os restantes materiais mencionados. A força compressiva deste material 24 horas após a sua mistura ronda os 40.0 MPa, aumentando para 67.3 MPa após 21 dias (CORREIA, 2010).

O MTA deve ser obtido por uma mistura na proporção de 3:1 pó /líquido, que deve ao fim de 30” a 60”, ter uma consistência arenosa, e o tempo total de manipulação limita-se a 4 a 5 minutos, porém pode aumentar se esta mistura for coberta, evitando a evaporação de água (GOMES FILHO *et al*., 2008; CORREIA, 2010).

Pesquisadores investigaram a influencia do tipo de veículo (água destilada ou propilenoglicol) na resposta dos tecidos periapicais de dentes de cães após obturação do canal com MTA. Chegaram à conclusão de que a pasta de MTA preparada com água destilada ou propilenoglicol apresentou comportamento biológico similar, mas a pasta com propilenoglicol foi mais facilmente colocada no canal radícular (MARTINS, 2010).

Matt *et al*. (2004) em seu estudo investigaram o uso do MTA como uma barreira apical comparando a capacidade de vedação e ajuste a dureza de MTA branco e cinza. As amostras foram obturadas imediatamente (one step) ou após o MTA definido para 24 h (duas etapas). MTA cinza demonstrou significativamente maior vedamento que o MTA branco, e a técnica de dois passos mostrou maior vedamento do que a técnica de um passo. A espessura da barreira MTA não demonstrou diferença estatística na capacidade de vedamento. A análise estatística do teste de microdureza do MTA revelou que a barreira de 5 mm demonstrou microdureza significativamente maior do que a barreira de 2 mm, independentemente do tipo de MTA ou número de etapas. Os resultados sugeriram que uma barreira apical de 5 mm de MTA cinza, usando duas etapas é a melhor barreira apical. (MATT *et al*., 2004).

Estudos relataram que o MTA apresenta propriedades antimicrobianas para 5 das 9 bactérias facultativas mais encontradas em canais radiculares infectados (*S.mitis, S.mutans, S. salivarius, Lactobacillus* e *S.epidermidis*), mas não tem efeito sobre bactérias anaeróbias (TORABINEJAD *et al*., 1995; CORREIA, 2010; COSTA *et al.,2014*).

Demostraram também que o MTA não apresentou efeito antimicrobiano para *Streptococcus faecalis, Stafylococcus aureus, Pseudomona aeruginosa e Bacillus subtilis* (CORREIA, 2010; TORABINEJAD *et al*., 1995).

MTA e cimento Portland® mostraram propriedades antimicrobianas semelhantes contra *P.aeruginosa*. Pasta de Hidróxido de Cálcio mostrou uma atividade antimicrobiana mais elevada do que MTA e Cimento Portland®. O ambiente aeróbio interferiu nas atividades antimicrobianas do MTA e Ca (OH) 2 contra *E. faecalis* e de Ca (OH) 2 contra *E. coli*. (RIBEIRO *et al*., 2006).

Estudos comprovaram que a atividade antimicrobiana do MTA se deve principalmente à sua capacidade de selamento e ao ph de 12,5 semelhante ao hidróxido de cálcio. Abedi e Ingle, em 1995 relataram melhor selamento do MTA comparado ao IRM®, Amálgama e Super EBA® (TESSARE JR *et al*., 2005).

As propriedades químicas e antibacterianas de alguns materiais, inclusive o Portland® e MTA, foram estudadas e concluiu-se que a única diferença entre eles é a presença de óxido de bismuto no MTA. (HOLLAND *et al*., 2002).

O óxido de bismuto é adicionado para obter radiopacidade. Estudos avaliaram a radiopacidade do MTA em 7,17 mm de espessura, equivalente à do alumínio Kalzinol® (cimento à base de óxido de zinco e eugenol reforçado) (7,97 mm), guta-percha (6,14 mm), IRM® (5,30 mm), Super EBA® (5,16 mm) e dentina (0,70 mm). (TORABINEJAD *et al*., 1995; OLIVEIRA, 2014).

O óxido de bismuto porém pode reduzir a estabilidade mecânica, pois haverá mais água não reagente no cimento, aumentando a porosidade e gera falhas na matriz do cimento. O aumento da porosidade influencia na solubilidade e na degradação do material, o que pode afetar a longevidade do produto (COSTA *et al*., 2014; SOUZA *et* al., 2014). O oxido de bismuto também afeta a biocompatibilidade do cimento, pois o mesmo dissolve em meio ácido e não induz a proliferação celular. Quando o MTA é colocado em ambiente ácido, como tecido inflamatório, ocorre a liberação de óxido de bismuto (SOUZA *et* al., 2014).

Pesquisadores sugeriram que o MTA é o material mais biocompatível e bacteriostático com boa propriedade de selagem, que estimula o crescimento, adesão e proliferação celular (TORABINEJAD *et al*., 1995; KUBASAD e GHIVARI, 2011).

Foi investigado a citomorfologia de osteoblastos na presença de MTA, e examinado a produção de citosina. O microscópico eletrônico revelou células saudáveis em contato com o MTA no período de 1 a 3 dias. Foram constatados níveis elevados de todas as interleucinas através do teste Elisa. (TESSARE JR *et al*., 2005).

Keiser *et al*. (2000) investigaram a citotoxidade do MTA quando comparado com Super EBA® e amálgama. Concluíram que o MTA tem alta viabilidade celular quando comparado com os outros materiais, sendo assim indicado num ambiente radicular apical.

2.1 Aplicações do MTA

O MTA tem sido largamente utilizado nas diversas áreas da Odontologia. Mais especificamente na Endodontia vem sendo pesquisado e indicado em outras diferentes condições clínicas: no tratamento conservador da polpa dental (pulpotomias e capeamento pulpar), apicificação, apicogênese, reparação de perfurações radiculares e de furca, obturação retrógrada, microcirurgia periapical, material obturador em caso de reabsorção radicular interna e externa e cimento obturador.

2.1.1 Uso do MTA nas Apicificações

Quando dentes com rizogênese incompleta sofrem necrose pulpar, a formação dentinária cessa e o crescimento da raiz é interrompido. Consequentemente, o canal permanece amplo, com paredes finas e frágeis, a raiz curta e o ápice aberto. Nesses casos, é necessário que se crie uma barreira apical artificial ou que se promova a indução do fechamento apical mediante a formação de um tecido mineralizado, processo conhecido como “apicificação”. O tecido mineralizado formado é constituído por dentina, cemento, osso e osteodentina. A apicificação bem sucedida depende de uma formação de tecido duro por células que migram do tecido perirradicular em direção ao ápice. Esse procedimento impede a passagem de toxinas e bactérias para os tecidos periapicais, além de permitir a compactação da obturação no canal radicular (MARCHESAN *et al*., 2008; CORREIA, 2010; BRITO JUNIOR *et al*., 2011).

O tratamento endodôntico de dentes com rizogênese incompleta é complexo e exige muita habilidade profissional em virtude de ocorrer frequentemente em pacientes jovens. Reduzir o número de sessões necessárias para o tratamento sem prejudicar a qualidade diminuiria os danos na coroa dental devido às sucessivas reintervenções necessárias para a troca da medicação intra canal, e permitiria a realização da restauração definitiva brevemente. (BATISTA *et al*., 2007).

Dificuldades do tratamento endodôntico em dentes com rizogênese incompleta: canal radicular amplo, pouca espessura das paredes dentinárias, ausência da constrição apical somada a divergência apical que limita o controle sobre a extrusão dos materiais obturadores. (BATISTA *et al*., 2007).

A apicificação é um método para induzir a formação de uma barreira calcificada, em uma raiz com ápice aberto de um dente permanente. Essa barreira irá controlar o comprimento da condensação do material obturador. (COHEN *et al*., 2011).

Dentes com formação apical incompleta, com necrose pulpar ou com reabsorção apical, tradicionalmente eram tratados com hidróxido de cálcio para criar uma barreira apical antes da obturação. Estudos demonstraram que dentes tratados com hidróxido de cálcio por longos períodos são mais suscetíveis a fraturas. A obturação imediata é uma alternativa a apicificação. Uma barreira apical deveria confinar os materiais de obturação ao espaço do canal e potencializar a cicatrização por meio da indução de cemento e formação óssea. (COHEN *et al*., 2011).

Tradicionalmente é usado o hidróxido de cálcio para induzir uma barreira de tecido duro apical (apicificação) (CASTRO *et al*., 2011).

A técnica de apicificação com hidróxido de cálcio foi introduzida pela primeira vez por Keiser (1964) e, posteriormente popularizada por Frank (1966) para tratamento de dentes com rizogênese incompleta. Pastas a base de hidróxido de cálcio têm sido o material de escolha para induzir a formação de tecido duro na porção apical de dentes com ápice aberto, devido ao pH alcalino e seu poder antibacteriano. Zuolo e Colaboradores (2009) descreveram algumas desvantagens da técnica da apicificação com o uso de hidróxido de cálcio como tempo de tratamento variável com média de 12.9 meses com fechamento apical imprevisível, necessidade de trocas periódicas do material dificultando o retorno e controle do paciente e até mesmo abandono do tratamento devido à demora na conclusão do tratamento, a cavidade de acesso fica com selamento provisório levando ao risco de recontaminação do canal pela solubilização do hidróxido de cálcio que ocorre ao longo do tempo e alto índice de fratura radicular (exposição prolongada ao hidróxido de cálcio pode afetar adversamente as propriedades mecânicas da dentina radicular tornando-o mais susceptível à fratura) , fratura coronária notadamente nos dentes com selamento provisório entre períodos de controle, maior custo do tratamento (MARCHESAN *et al*., 2008; CORREIA, 2010; CASTRO *et al*., 2011; ZUOLO e MELLO JR., 2011).

A fragilidade e a porosidade da barreira apical calcificada formada nessa técnica resultam na possível extrusão apical da guta-percha durante o tratamento (CASTRO *et al*., 2011).

Apicificação com uso do Hidróxido de Cálcio é um processo lento, podendo demorar de 6 meses até dois anos com sucessivas reintervenções. Aliado ao material selador provisório de não apresentar resistência, a coroa fica temporariamente fragilizada e suscetível à fratura (BATISTA *et al*., 2007).

Várias alternativas tèm sido propostas na literatura para substituição do hidróxido de cálcio, sendo a mais promissora o uso do cimento MTA. As vantagens desse material são redução do tempo de tratamento, possibilidade de restauração imediata do dente prevenindo fraturas e recontaminação do canal via microinfiltração coronária e suas boas propriedades biológicas tais como não citotoxidade e estimulação de reparo pela formação de barreira de tecido duro (ZUOLO e MELLO JR., 2011).

O tratamento de apicificação tem como objetivo criar um ambiente para permitir a deposição de cemento, osso e ligamento periodontal obtendo uma barreira apical em uma raiz com o ápice aberto ou a continuação do desenvolvimento apical de uma raiz incompleta em dentes com necrose pulpar para impedir a passagem de toxinas e bactérias do canal radicular para os tecidos periapicais. Tecnicamente essa barreira é necessária para permitir a compactação do material obturador do sistema de canais radiculares (SCR) (CASTRO *et al*., 2011).

O uso do MTA foi primeiramente descrito como uma barreira apical em 1996. Pesquisas clínicas subsequentes em animais e em humanos estabeleceram-no como padrão, com resultados biológicos em termos de reestabelecimento da saúde periapical e fechamento apical pelo menos comparáveis às tratadas com Ca(OH)2 (COHEN *et al*., 2011).

O MTA pode ser considerado um efetivo material para promover a obturação em dentes com ápice aberto, porque propiciam a formação de um *plug* apical bem como reduzem o tempo de trabalho, o número de consultas, o uso de radiografias, e a recontaminação via coronária durante os meses necessários para a apicificação (CARVALHO *et al*., 2005).

Para a aplicação do MTA é necessário a limpeza, modelagem e secagem do Sistema de Canais Radiculares (SCR). O material é então compactado na porção apical radicular para que se crie uma barreira. O plug apical com MTA foi mais efetivo que o obtido com o hidróxido de cálcio (BATISTA *et al*., 2007).

2.1.2 Uso do MTA nas Perfurações

A perfuração é uma abertura artificial, comunicando os tecidos periodontais com os canais radiculares e a polpa dental (FUKUNAGA *et al., 2007;* COSTA *et al., 2014*).

As perfurações podem ter causas fisiológicas ou acidentais como cáries de grande extensão, mecanismos iatrogênicos durante as manobras da terapia endodôntica (acidentes durante a abertura coronária, técnica de instrumentação, falhas na análise da radiografia de diagnóstico, instrumentação excessiva, falta de pré curvamento das limas em caso de canais curvos, durante a remoção de materiais obturadores, câmara pulpar e canal radicular calcificados, inadequado conhecimento morfológico da anatomia dentária), reabsorções internas que levam à ocorrência da perfuração, reabsorções externas e malformações anatômicas que contribuem para a invasão bacteriana (BELARDINELLI *et al.,* 2007; FUKUNAGA *et al., 2007*; MAMEDE NETO *et* al., 2012; COSTA *et al., 2014*) ou também nos procedimentos restauradores pós-endodontia (confecção de retentores intra-radicular (FUKUNAGA *et al., 2007*).

As perfurações são incidentes indesejáveis que podem ocorrer em qualquer estágio da terapia do canal radicular. Embora cáries ou processos de reabsorção podem causar perfurações, a maioria das perfurações radiculares é induzida iatrogenicamente. (MAIN *et* al., 2004; MARION, 2017).

As perfurações constituem um problema de solução nem sempre fácil durante o tratamento endodôntico (BELARDINELLI *et al.,*2007) O prognóstico desses acidentes está diretamente relacionado ao tempo entre o acidente e seu selamento, tamanho, localização, largura, aplicação de uma técnica adequada, grau de severidade da destruição do tecido periodontal, biocompatibilidade do material e natureza hidrofílica do material (FERRIS e BAUMGARTNER, 2004; BELARDINELLI *et al.,* 2007; MARION, 2017).

Fatores importantes na determinação do sucesso de um procedimento de reparo de perfuração é a localização da perfuração, lapso de tempo entre a ocorrência da perfuração e o reparo, a capacidade do material de selar o local da perfuração e a biocompatibilidade do material de reparo. (MAIN *et* al., 2004; MARION, 2017).

O material de escolha para reparo de perfurações radiculares deve fornecer uma boa vedação, ser biocompatível, não tóxico, insolúvel na presença de fluidos teciduais e capaz de promover regeneração dos tecidos perirradiculares. (MAIN *et* al., 2004; BRITO *et al*., 2009; MAMEDE NETO *et al., 2012*).

A perfuração deve ser preenchida com um material que não apenas sela o canal para impedir a saída de quaisquer bactérias remanescentes ou seus subprodutos, mas também permite a formação de um periodonto normal em toda a sua superfície exterior. (KEISER *et al.,* 2000).

O material ideal deve ser biocompatível, radiopaco, desenvolver atividade antibacteriana, apresentar propriedade hidrofílica com composição similar à dentina, ser capaz de promover um selamento adequado, induzir osteogênese e cementogênese, não carcinogênico, não tóxico, não promover resposta imunológica e não causar inconveniência para o paciente ou para o profissional. O MTA é o material que apresenta alta capacidade de indução da dentinogênese, cementogênese, é antimicrobiano e promove selamento marginal adequado. (KEISER *et al.,* 2000; BELARDINELLI *et al.,* 2007).

Reabsorções internas causam perfurações na raiz e podem ser reparadas cirurgicamente com MTA. Neste estudo, o MTA resultou numa rápida resolução dos sinais e sintomas e sucesso na reparação de perfurações causadas por reabsorções internas. (BELARDINELLI *et al.,* 2007).

2.1.3 Uso do MTA em Obturações Retrógradas.

O tratamento clínico-cirúrgico está indicado nos casos de insucessos endodônticos, principalmente, nos casos onde ocorrem acidentes e complicações, que impedem a terapêutica endodôntica em toda extensão do canal radicular. São considerados acidentes mais comuns: formação de degraus, perfurações endodônticas, fraturas de instrumentos e desvio do preparo. Contudo, é importante frisar que frente a um insucesso, o primeiro procedimento é o retratamento, só então, deveremos pensar em cirurgia periapical. Todavia, em algumas situações a cirurgia pode vir como primeira escolha, principalmente nos casos onde não é plenamente viável o retratamento, devido a obstruções tipo núcleo de difícil remoção, o que inviabiliza o tratamento endodôntico via coroa. Assim sendo, a indicação criteriosa, técnicas pertinentes, além da utilização de materiais apropriados, tipo MTA, têm-se conseguido reverter a maioria dos insucessos endodônticos. (ALVES e BARROS, 2008).

Vários materiais já foram propostos, utilizados e analisados para obturação retrógrada entre eles: guta-percha, IRM®, ionômero de vidro, pasta Lyzanda, cimentos endodônticos, Super EBA® e amálgama. O amálgama foi considerado durante muitos anos como material retrobturador de primeira escolha e uma das razões para sua popularidade é o fato de estar sendo utilizado há mais de um século e ser bem tolerado pelos tecidos bucais. Atualmente, o MTA vem assumindo o posto de material de escolha pelo fato de apresentar melhores propriedades físico-químicas e biológicas, favorecendo seu emprego como material retrobturador, tais como: vedamento marginal, biocompatibilidade e a capacidade de induzir o reparo ósseo e a deposição cementária (TORABINEJAD *et al*., 1995; COSTA *et al., 2014*).

O MTA é um material de escolha para o fechamento da perfuração e para a obturação retrógrada devido às propriedades físicas como a capacidade de selamento, químicas, como a atividade antimicrobiana e principalmente pelas biológicas, sua biocompatibilidade (ALVES e BARROS, 2008).

O MTA é capaz de ativar os cementoblastos a produzirem matriz para formação de cemento, quando utilizado como material de obturações retrógradas (FUKUNAGA *et al., 2007*).

Diversos estudos realizados tanto *in vivo* quanto *in vitro apresentam* vantagens pelo MTA quando comparado a outros materiais. Em relação ao selamento apical em casos de obturações retrógradas do canal radicular quando comparadas a materiais restauradores como o amálgama, cimentos à base de óxido de zinco e eugenol e cimentos à base de ionômero de vidro, o MTA mostrou um melhor selamento (TORABINEJAD *et al* 1995), sendo essa condição acentuada em meio onde o pH é baixo. Essas mesmas características de selamento também foram observadas em tratamentos de perfurações de furca em comparação a outros materiais. O MTA só não foi superior quando comparado ao cimento de hidróxido de cálcio na inibição bacteriana. (FUKUNAGA *et al., 2007*).

2.2 Biocerâmicos

Os Biocerâmicos são materiais cerâmicos biocompatíveis, obtidos por vários processos químicos, desenvolvidos especificamente para uso em Medicina e Odontologia, com o intuito de suprimir lacunas do MTA. E para solucionar os insucessos da terapia endodôntica. (LIMA *et al*., 2017; OLIVEIRA, 2014).

Dentre as desvantagens do MTA, as principais incluem o potencial de alteração de cor, presença de materiais tóxicos na sua composição, dificuldade de manipulação, elevado tempo de presa, elevado custo e a falta de um solvente para a sua remoção após o seu endurecimento total. (OLIVEIRA, 2014).

Tsumita *et al*. (2008) relataram uso biomédico dos Biocerâmicos no início dos anos 70 e passados mais de 40 anos a variedade de aplicações e o seu uso tiveram uma grande expansão.

Na Medicina e Odontologia, são utilizados na substituição de tecidos ou no recobrimento de metais, com a finalidade de aumentar sua biocompatibilidade. (OLIVEIRA, 2014).

Quando um material contém na sua composição Biocerâmicos passa a ser chamado de Bioagregado. Apresentam características de fácil manipulação e estáveis dimensionalmente (não sofrem contração volumétrica), quimicamente estáveis em ambiente biológico, boa capacidade de escoamento (fluidez) e selamento, alto pH (pH alcalino, 12,8) e consequente poder antimicrobiano, não reabsorvível, aumentar a resistência radicular, baixa citotoxicidade, radiopacidade, biocompatíveis e bioativos (capacidade de formar hidroxiapatita durante o processo de presa).(LIMA *et al*., 2017; OLIVEIRA, 2014).

A capacidade de formar hidroxiapatita conduz a formação de uma ligação química entre o material de obturador e as paredes da dentina, eliminando a presença de todo o espaço entre as paredes de dentina e o cimento obturador, o que melhora o selamento do canal. (LIMA *et al*., 2017; OLIVEIRA, 2014).

Na Endodontia, os materiais Biocerâmicos apresentam-se principalmente como cimento reparador e como cimento Endodôntico. Encontrados na forma de um ”putty” ou dispensável em seringa, ambos pré-manipulados, o que confere uma mistura corretamente manipulada, eliminando problemas associados à mistura do cimento, facilidade de manuseio, aplicação e redução do tempo de trabalho. (OLIVEIRA, 2014).

Outra propriedade dos Biocerâmicos é de endurecer apenas quando exposto a um ambiente com umidade sendo os túbulos dentinários o local ideal. Como a dentina é composta por cerca de 20% (em volume) de água, o Biocerâmico usa a água presente nos túbulos dentinários para iniciar o processo de endurecimento, que resulta na formação de hidroxiapatita e a hidratação do cimento promove tempo de presa mais curto e ajustado. (OLIVEIRA, 2014).

Estudo in vitro demonstrou que o cimentos Biocerâmicos associado a cones de guta-percha, aumentaram a resistência à fratura das raízes com tratamento Endodôntico. (OLIVEIRA, 2014).

A atividade antibacteriana dos biocerâmicos contra o *Enterococcus fecalis* foi investigada, comparando ao MTA. Ambos apresentavam efeitos antibacterianos similares. Singh *et al*. (2016) avaliaram, *in vitro*, as propriedades antibacterianas dos cimentos endodônticos contra *Enterococcus faecalis* e observaram que apresentaram atividade antibacteriana semelhante ao MTA e melhor desempenho em comparação com cimentos à base de resina e óxido de zinco eugenol. De-Deus *et al*. (2009) encontraram resultados idênticos quando comparado Biocerâmicos e MTA quanto à biocompatibilidade, atividade antifúngica e antibacteriana. (OLIVEIRA, 2014).

A citotoxidade e atividade da fosfatase alcalina de um Biocerâmico e do MTAforam avaliadas e ambos favoráveis ao MTA. Estudos concluíram ser similares os níveis de citotoxidade entre Biocerâmicos e MTA (exibem níveis mínimos de citotoxicidade). (LIMA *et al*., 2017; OLIVEIRA, 2014).

Estudos têm demonstrado que os cimentos endodônticos Biocerâmicos exibiram resultados de infiltração semelhantes ao MTA. Bioceramic Root-end Repair é equivalente ao MTA em capacidade de vedação. O MTA e o BioCeramic Root Repair Material (BC--RRM) apresentaram capacidade de vedação semelhante.(LIMA *et al*., 2017).

Estudos avaliaram os sinais, sintomas e as reações pulpares (inflamação e remineralização) após pulpotomias utilizando Biocerâmicos e MTA. Conclui-se que quando se realizam tratamentos de dentes com polpas saudáveis o tratamento com MTA e Biocerâmicas foi favorável, contudo o capeamento pulpar com biocerâmicas apresentou maior sensibilidade aos testes ao frio. (OLIVEIRA, 2014).

Como pontos negativos dos Biocerâmicos, estudos mostraram que as técnicas (dispositivos ultrassônicos e limas endodônticas) e solventes de retratamento convencionais não são eficazes a remover totalmente as biocerâmicas. (OLIVEIRA, 2014). Estudos relataram que em retratamento de casos em que foram utilizados Biocerâmicos exibiram significativamente mais remanescentes nos canais e exigiram maior tempo de trabalho. (LIMA *et al*., 2017). Relatam também possibilidade de extravasamento de cimento obturador para região periapical devido à alta fluidez. (OLIVEIRA, 2014).

Evidências suportam que materiais biocerâmicos poderiam induzir menor escurecimento da estrutura dentária. Todos os cimentos endodônticos causam a descoloração do dente quando deixados na câmara pulpar. Essa descoloração é consequência de compostos dos cimentos que se espalham em túbulos dentinários durante ou após sua adaptação. (LIMA *et al*., 2017)

3 CONCLUSÃO

O Agregado Trióxido Mineral (MTA) é um material usado na odontologia, de fácil manipulação e com apreciáveis características físicas, químicas e biológicas. Com indução da dentinogênese, cementogênese e osteogênese. Possui vantagens em relação a outros materiais, pois promove selamento marginal próximo ao ideal, possui compatibilidade biológica, não induzindo efeitos lesivos ao organismo, é desprovido de potencial mutagênico e de citotoxidade.

O MTA como uma barreira artificial apical apresenta diversas vantagens como pode ser concluído em uma ou duas sessões de tratamento, criando um stop apical na extremidade aberta do canal, tornando possível restaurar o dente dentro de um curto espaço de tempo com uma restauração adaptada a coroa, tornando-a significativamente mais forte do que as coroas não restauradas, reduzindo a possibilidade de fratura coronária. O preenchimento prolongado de raízes com MTA não reduz a sua resistência a fratura. O MTA proporciona uma vedação eficaz na dentina e cemento e promove o reparo biológico e regeneração do ligamento periodontal.

O MTA é um agregado em pó que contém óxidos minerais, é biocompatível, estimula o reparo e permite a adesão, o crescimento e a proliferação celular em sua superfície, induz a formação da barreira apical de tecido duro em dentes com rizogênese incompleta e reduz o tempo de tratamento, uma vez que logo após sua colocação, o canal já pode ser obturado definitivamente com cimento endodôntico e cones de guta-percha.

MTA cria condição ideal de selamento físico, não solúvel, mesmo com a presença de sangue; seu pH alto e alta conversão de íons cálcio, para o crescimento e passagem de bactérias do tecido periodontal para a perfuração local, porque este mecanismo de ações, alta alcalinicidade, propriedades físicas, químicas e biológico, o organismo reage, estimula o processo de reparação.

**REFERÊNCIAS** **BIBLIOGRÁFICAS**

1. ALVES, Diógenes Ferreira; BARROS, Elvia. **Tratamento Clínico-Cirúrgico dos Insucessos Endodônticos. Clinical-Surgical Treatment of Endodontics Failure**. Odontologia. Clínica.-Científica, 2008;7(1):67-73.
2. BARROS, CMB; OLIVEIRA, SV; DANTAS DCRE; FONTES, LBC; COSTA, ACFM; VIANA, KMS. **Caracterização de um novo cimento endodôntico MTA/HAp**. Docplayer, 2012.
3. BATISTA, Antônio; SYDNEY, Gilson Blitzko; DEONÍZIO, Marili Doro. **Análise “IN VITRO” da viabilidade do uso do MTA e do hidróxido de cálcio como plug apical em dentes com rizogênese incompleta**. Robrac, 2007;16(42).
4. BELARDINELLI, Beatriz; LEMOS, Érico de Mello; SHIMABUKO, Érico de Mello. **Avaliação in vitro da infiltração marginal em perfurações de furca utilizando-se Agregado Trióxido Mineral e resina composta**. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo 2007;19(3):250-6.*
5. BORGES, Álvaro Henrique; MIRANDA PEDRO, Fábio Luiz; MIRANDA, Carlos Eduardo Saraiva; SEMENOFF SEGUNDO, Alex Alex; PÉCORA, Jesus Djalma; CRUZ FILHO, Antônio M. **Comparative study of physico- chemical properties of MTA based and Portland cements**. Acta Odontologica latinoamericana, AOL 2010;23(3):175-81.
6. BRITO JÚNIOR, Manoel; Ferreira, Atília; OLIVEIRA Gabriel Lima;XAVIER, Larissa Rodrigues; XAVIER, Luis Antônio; GUERRA, Patrícia Nunis de Souza; FARIA-E-SILVA, André Luis. **Evidências clínicas da técnica de apicificação utilizando barreira apical com agregado trióxido mineral – uma revisão crítica**. Revista da Faculdade de Odontolofia – Universidade de Passo Fundo, 2011;16(1):54-58.
7. BRITO, Maria Letícia Borges; MACEDO, Renata Gomes; NABESHIMA, Cleber Keiti. **Avaliação da capacidade seladora do Agregado de Trióxido Mineral e cimento de Grossman em perfurações na região de furca**. Eletronc Journal of Endodontics Rosario, 2009;8(2):231-238.
8. BROON, Norberto Juárez; BRAMANTE, Clovis Monteiro; ASSIS, Gerson Francisco; BORTOLUZZI, Eduardo Antunes; BERNARDINELI, Norberti; MORAES, Ivaldo Gomes; GARCIA, Roberto Brandão. **Healing of root perforations treated with Mineral Trioxide Aggregate (MTA) and Portland cement. Reparo de perfurações radiculares tratadas com Agregado Trióxido Mineral (MTA) e cimento Portland**. Journal of Applied Oral Science, *2006;14(5):305-11.*
9. CARVALHO, Maria Gabriela Pereira; PERES, Walter Blaya; MATTER Sandro Borges; BLAYA, Diego Segatto; Anhald, Ana Cláudia**. Apicetomia seguida de obturação retrógrada com MTA**. Revista de Endodontia Pesquisa e Ensino On Line, 2005;1(2):1-8.
10. CARVALHO, Maria Gabriela Pereira; PAGLIARIN**,** Cláudia Medianeira Londero; DOTTO, Sidney Ricardo; FERREIRA, Fabiana Vargas. **Fechamento apical com MTA em dentes com rizogênese incompleta – Relato de caso clínico**. Docplayer.
11. CASTRO, Adriano Nóbrega; OLIVEIRA, Dayane Carvalho Ramos Salle; DINIZ, Liliane Nunes; EULALIA, Amara Santos; PAULILLO, Luis Alexandre Maffei Sartinni; PEREIRA, Luis Gisele Damiana da Silveira. **Avaliação da utilização de MTA como plug apical em dentes com ápices abertos**. Revista Brasileira de Odontologia, 2011;68(1):59-63.
12. COGO, Deborah Meirelles; VANNI, José Roberto; REGINATTO, Thiago; FORNARI, Volmir; BARATTO FILHO, Flares*.* **Materiais utilizados no tratamento das perfurações endodônticas**. RSBO - Revista Sul-Brasileira de Odontologia, 2009;6(2):195-203.
13. COHEN, Stephen; HARGREAVES, Kenneth M.; BERMAN, Louis H. **Caminhos da Polpa**. 10ª edição. 2011.
14. CORREIA, Vitor Gabriel Serpa. **Agregado trióxido mineral e a sua utilização em odontopediatria**. 2010. 45f. Monografia (Mestrado Integrado em Medicina Dentária) - Faculdade de Medicina Dentária, Universidade do Porto, Porto, 2010.
15. COSTA, Bernardo Cesar; CAMPOS, Celso Neiva; DUARTE, Marco Antono Hungaro; CHAVES, Maria das Graças Afonso Miranda; GRIZZO, Larissa Tercilia; TANOMARU-FILHO**,** Mario. **Análise físico-química do MTA e do cimento Portland associado a quatro diferentes radiopacificadores**. Revista de Odontologia da UNESP. 2014;43(4):228-235.
16. COSTA, Denis Damião; CAMPOS, Mariana Mota; MUNIZ, Yanessa Santos; DUPLAT, Candice Belchior Silva. **Agregado de Trióxido Mineral – uma revisão da sua composição, mecanismo de ação e indicações clínicas**. Rev.Saúde.Com 2010;6(1):31-41.
17. FERRIS, Douglas M.; BAUMGARTNER, J. Craig. **Perforation Repair Comparing Two Types of Mineral Trioxide Aggregate**. Journal of Endodontics, 2004;30(6):422-424.
18. FUKUNAGA, Douglas; BARBERINI, Alexandre F.; SHIMABUKO, Danilo Minor; MORILHAS, Chaísa; BELARDINELLI, Beatriz; AKABANE, Cynthia Eiko. **Utilização do Agregado de Trióxido Mineral (MTA) no tratamento das perfurações radiculares: Relato caso clínico. The use of Mineral Trioxide Aggregate (MTA) in radicular perforation: a case report**. Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo 2007;19(3)347-53.
19. GOMES FILHO, João Eduardo; FARIA, Max Dougals; BERNABÉ, Pedro Felício Estrada; NERY, Mauro Juvenal; OTOBONI FILHO, José Arlindo; DEZAN JÚNIOR, Eloi; COSTA, Mariana Machado Teixeira de Moraes; CANNON, Mark. **Mineral trioxide Aggregate but not light-cure Mineral Trioxide aggregate stimulated mineralization**. Journal of Endodontics, 2008;34(1):62-65.
20. HOLLAND, Roberto; [SOUZA, Valdir de](http://pesquisa.bvsalud.org/portal/?lang=pt&q=au:%22Souza,%20Valdir%20de%22); [MÉRIDA DELGADO, Roque Javier](http://pesquisa.bvsalud.org/portal/?lang=pt&q=au:%22M%C3%A9rida%20Delgado,%20Roque%20Javier%22); [MURATA, Sueli Satomi](http://pesquisa.bvsalud.org/portal/?lang=pt&q=au:%22Murata,%20Sueli%20Satomi%22). **Agregado de Trióxido Mineral (MTA): Composição, mecanismo de ação, comportamento biológico e emprego clínico**. Revista Ciências Odontológicas, 2002;5(5):7-21.
21. JACOBOVITZ, Marcos; PAPPEN, Fernanda Geraldes; LIMA, Regina Karla de Pontes. **Obturação com MTA associada a cirurgia parendodôntica no retratamento de reabsorção radicular apical externa**. RSBO - Revista Sul-Brasileira de Odontologia, 2009;6(2):208-213.
22. KEISER, Karl; JOHNSON, C. Chad; TIPTON, David A. **Cytotoxicity of Mineral Trioxide Aggregate Using Human Periodontal Ligament Fibroblasts**. Journal of Endodontics. Vol.*26,* No. 5, May 2000, 288-290.
23. KUBASAD, Girish C.; GHIVARI, Sheetal.B. **Apexification with apical plug of MTA – Report of cases**. *Archives of* Oral Sciences & Research. AOSR 2011;1(2):104-107.
24. *LIMA,* Naggila Fernanda Figueiredo *et al.* **Cimentos biocerâmicos em endodontia: revisão de literatura.** RFO, Passo Fundo, 2017;22(2):248-254.
25. MAIN, Craig; MIRZAYAN, Nina; SHABAHANG, Shahrokh; TORABINEJAD, Mahmoud. **Repair of Root Perforations Using Mineral Trioxide Aggregate: A Long-term Study.** Journal of Endodontics, 2004;30(2):80-83.
26. MAMEDE NETO, Lussif; MAGNABOSCO, Karla S. F.; PEREIRA, Cláudio M.; FAITARONI, Luís A.; ESTRELA, Cyntia R. A.; BORGES, Álvaro H. **Utilização de cimento a base de MTA no tratamento de perfuração radicular, relato de um caso clinico**. Revista Odontológica do Brasil-Central, 2012;21(59):553-556.
27. MARCHESAN, Melissa Andréia; ALFREDO, Edson; SUFREDINI, Alexandre Rossi; MATOSO, Felipe Barros; VANSAN, Luis Pascoal; SOUSA NETO, Manoel D. **Tratamento de dentes traumatizados com rizogênese incompleta – apicificação**. RSBO. Revista Sul-Brasileira de Odontologia. Universidade da Região de Joinville, 2008;5(1):58-62.
28. MARION, Jefferson José de Carvalho. **Emprego do MTA no tratamento de perfuração radicular cervical. Relato de caso clínico**. Dental Press Fev 2017.
29. MARTINS, Giselle Paolinelli. **Uso do MTA no tratamento endodôntico radical de dentes com rizogênese incompleta: estudo de casos**. 2010.30f. Monografia (Pós-Graduação – Especialização em Endodontia) - Faculdade de Odontologia – UFMG Belo Horizonte, 2010.
30. MATT, Gary D.; THORPE, Jeffery R.; STROTHER, James M.; MCCLANAHAN, Scott B. **Comparative Study of White and Gray Mineral Trioxide Aggregate (MTA) Simulating a One- or Two-Step Apical Barrier Technique**. Journal of Endodontics, 2004;30(12)876-879.
31. OLIVEIRA, Maria Antonieta Veloso Carvalho *et al.* **Tratamento de dentes com perfuração usando cimento reparador a base de MTA**. Copyright© 2016 Angelus® Ciência e Tecnologia.
32. OLIVEIRA, Pedro Miguel da Silva. **Biocerâmicas em endodontia**. 2014.63f. Monografia (Mestrado em Medicina Dentária) – Universidade Fernando Pessoa, Faculdade Ciências da Saúde, Porto, 2014.
33. POST, Leticia Kirst; XAVIER, Cristina Braga; LIMA, Fábio Garcia; DEMARCO, Flávio Fernando. **Sealing ability of MTA amalgam in different root-end preparations and resection bevel angles: an in vitro evoluation using marginal dye leakage**. Brasilian Dental Journal, 2010;21(5):416-419.
34. RIBEIRO, Caroline Sousa; KUTEKEN Fernanda Akemi; SCELZA, Miriam F Zaccaro;HIRATA, Raphael. **Comparative evaluation of antimicrobial action of MTA, calcium hydroxide and Portland cement. Avaliação comparativa da ação antimicrobiana do MTA, hidróxido de cálcio e cimento Portland**. Journal of Applied Oral Science. 2006;14(5):330-333.
35. SOUZA, Nielsen Barros; NUNES, Marjorie Adriane da Costa; VELOSO, Kátia Maria Martins; PEREIRA, Adriana de Fátima Vasconcelos. **Agregado de Trióxido Mineral e uso como material retro-obturador em cirurgia paraendodôntica**. Revista Brasileira de Odontologia, 2014;71(2):144-147.
36. TESSARE Jr., Paulo Odair; FONSECA, Michelle Bernardes; MACHADO, Maria Letícia Borges Britto de Lima; FAVA, Antônio Sérgio. **Propriedades, características e aplicações clínicas do Agregado Trióxido Mineral – MTA. Uma nova perspectiva em endodontia. Revisão da Literatura**. Eletronc Journal of Endodontics Rosario, 2005;4(1):1-15.
37. TSUMITA M, KOKUBO Y, VULT Von Steyern P, FUKUSHIMA S. **Effect of framework shape on the fracture strength of implant-supported all-ceramic fixed partial dentures in the molar region**. Journal of Prosthodontics, 2008;17(4):274-285.
38. TORABINEJAD, Mahmoud; HONG, C.U.; FORD, Pitt T.R.; KETTERING, JD. **Antibacterial effects of some root end filling materials**. Journal of Endodontics, 1995;21(8):403-406.
39. TORABINEJAD, Mahmoud; HONG, CU; McDonald, F.; FORD, T.R. **Physical and Chemical Properties of a New Root-End Filling Material**. Journal of Endodontics, 1995;21(7):349-353.
40. ZUOLO, Mário Luis; MELLO JR., José Eduardo de. **Barreira Apical com uso do cimento MTA**. APCD da Saúde, 2011, 1-4.