



**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFASIFE
CURSO DE ODONTOLOGIA**

GABRIELE CISCON COSTA

**AGREGADO DE TRIÓXIDO MINERAL: PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS,
BIOLÓGICAS E SEU USO COMO MATERIAL SELADOR EM CASOS DE
PERFURAÇÃO RADICULAR - REVISÃO DE LITERATURA**

**Sinop/MT
2021**

GABRIELE CISCON COSTA

**AGREGADO DE TRIÓXIDO MINERAL: PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS,
BIOLÓGICAS E SEU USO COMO MATERIAL SELADOR EM CASOS DE
PERFURAÇÃO RADICULAR - REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Avaliadora do **Departamento de Odontologia**, do Centro Universitário Unifasipe de Sinop - MT como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Odontologia.

Orientador(a): Prof ^a: Maysa Karoline de Pinho e Silva

**Sinop/MT
2021**

GABRIELE CISCON COSTA

**AGREGADO DE TRIÓXIDO MINERAL: PROPRIEDADES FÍSICAS,
QUÍMICAS, BIOLÓGICAS E SEU USO COMO MATERIAL SELADOR
EM CASOS DE PERFURAÇÃO RADICULAR - REVISÃO DE
LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Avaliadora do Curso de Odontologia - Unifasipe, Centro Universitário como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Odontologia.

Aprovado em _____

Maysa Karoline de Pinho e Silva
Professor(a) Orientador(a):
Departamento de Odontologia – Unifasipe

Professor(a) Avaliador(a):
Departamento de Odontologia – Unifasipe

Professor(a) Avaliador(a):
Departamento de Odontologia – Unifasipe

Fabricio Rutz da Silva
Coordenador do Curso de Odontologia
FASIPE - Faculdade de Sinop

**Sinop/MT
2021**

DEDICATÓRIA

Com gratidão, dedico este trabalho a Deus, devo a Ele tudo o que sou.

Aos meus pais, pelo carinho, afeto, dedicação, cuidado e incentivo que me deram durante toda a minha jornada.

Ao meu namorado, que foi capaz de suportar todos os meus momentos de estresse durante o processo e cuja presença sempre afetou positivamente a minha vida, em todos os aspectos.

Também à minha professora orientadora, que me incentivou e auxiliou ao longo de todo projeto, sempre com sua presença cheia de otimismo.

AGRADECIMENTO

- Agradeço a Deus acima de tudo, pois Sua luz me guia e me sustenta.
- Aos meus pais, Edmilson e Hosana pela presença, apoio e amor incondicional que têm por mim. Este projeto é a prova de que os esforços deles pela minha educação não foram em vão e valeram a pena.
- Ao meu namorado, José Marco que acima de tudo é um grande amigo, sempre me apoiando e incentivando em todos os momentos. Esta é uma das muitas conquistas ao seu lado.
- Gratidão pelos meus amigos, em especial a minha amiga e grande companheira desta jornada, Lígia, que nunca mediu esforços para me ajudar, apoiar e dar suporte durante esses cinco anos. Poder contar com a boa vontade e o seu apoio foi essencial para o meu êxito.
- Deixo um agradecimento especial à minha orientadora Prof^a. Maysa, por confiar e aceitar conduzir o meu trabalho. Sua dedicação, paciência e conhecimento foram essenciais para que este trabalho fosse concluído satisfatoriamente.
- Por fim, sou grata a todo o corpo docente do Centro Universitário Unifasipe, que sempre transmitiram seu saber com muito profissionalismo.

AGREGADO DE TRIÓXIDO MINERAL: PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS E SEU USO COMO MATERIAL SELADOR EM CASOS DE PERFURAÇÃO RADICULAR - REVISÃO DE LITERATURA

GABRIELE CISCON COSTA ¹

MAYSA KAROLINE DE PINHO E SILVA ²

RESUMO: As perfurações radiculares são acidentes que ocorrem durante o tratamento endodôntico e que comunicam o canal radicular com os tecidos periodontais. O prognóstico e o sucesso do tratamento está relacionado diretamente com a localização, a extensão e o tempo entre a ocorrência e o tratamento. Além disso, outro fator importante a ser considerado é o material utilizado para o selamento da área perfurada e sua biocompatibilidade junto aos tecidos. Com isso, o Agregado de Trióxido Mineral (MTA) é considerado um material de eleição em diversos tratamentos endodônticos, pois apresenta boa capacidade de selamento, biocompatibilidade, não apresentando efeitos adversos sobre os tecidos dentais e circundantes, possui atividade bactericida, radiopacidade, capacidade de selamento na presença de sangue e/ou saliva, além de induzir a osteogênese e a cementogênese. A presente revisão tem como objetivo apresentar as propriedades físicas, químicas e biológicas do MTA e seu uso como material selador em casos de perfuração radicular. Baseado nisso, os achados mostraram que o MTA apresenta propriedades almejadas, sendo considerado o material ideal para o selamento das perfurações radiculares.

Palavras-chave: Agregado de trióxido mineral. Perfuração radicular. Propriedades do MTA.

MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE: PHYSICAL, CHEMICAL, BIOLOGICAL PROPERTIES AND ITS USE AS A SEALING MATERIAL IN RADICULAR DRILLING CASES - LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: Root perforations are accidents that occur during endodontic treatment and that communicate the root canal with periodontal tissues. The prognosis and success of the treatment is directly related to the location, the extent and the time between the occurrence and the treatment. In addition, another important factor to be considered is the material used to seal the perforated area and its biocompatibility with the tissues. With this, the Mineral Trioxide Aggregate (MTA) is considered a material of choice in several endodontic treatments, as it has

¹ Acadêmica de Graduação, Curso de Odontologia, Faculdade de Sinop – FASIPE, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop – MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: gabiciscon@gmail.com

² Professora Especialista em Endodontia, Curso de Odontologia, Faculdade Sinop – FASIPE, Carine, 11, Res. Florença, Sinop – MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: dramaysapinho@hotmail.com

good sealing capacity, biocompatibility, without adverse effects on dental and surrounding tissues, has bactericidal activity, radiopacity, ability to sealing in the presence of blood and / or saliva, in addition to inducing osteogenesis and cementogenesis. This review aims to present the physical, chemical and biological properties of MTA and its use as a sealing material in cases of root perforation. Based on this, the findings showed that MTA has desired properties, being considered the ideal material for sealing root perforations.

Keywords: Mineral trioxide aggregate. Root perforation. MTA properties.

1. INTRODUÇÃO

As doenças ou injúrias que acometem a polpa dental responsável pelo desenvolvimento do dente, são solucionadas através do tratamento de canal radicular que atualmente é o meio mais seguro e eficaz de preservar esses dentes comprometidos, que se não tratados podem ser perdidos. A especialidade odontológica que previne, diagnostica, bem como trata esse tipo de doença é a Endodontia ¹.

As propriedades ideais que os endodontistas procuram em um material são: promover o retro preenchimento, possuir capacidade de selamento, propriedades de manuseio, ser insolúvel nos fluidos teciduais, tempo de trabalho, radiopacidade, atividade antibacteriana, biocompatibilidade e a indução do ligamento periodontal ^{1, 2}. Materiais como amálgama, hidróxido de cálcio, ionômero de vidro, resina composta, entre outros, possuem a maioria destas particularidades ³.

Atualmente, o Agregado de Trióxido Mineral (MTA) tem adquirido crescente interesse, principalmente em Endodontia, como material para preenchimento e selamento dos canais radiculares. Produzido, a princípio com o objetivo específico para tratamento em perfurações radiculares pode, ser empregado em situações clínicas em endodontia, como: pulpotomia, capeamento pulpar direto, apicificação e retrobturação. Por motivo de difícil manipulação e inserção, não é constantemente empregado como materiais de obturação dos canais radiculares ^{4, 5, 6}.

O MTA deve promover uma barreira protetora adjacente aos tecidos dentários e ao mesmo tempo apresentar um desempenho biocompatível em contato com o periodonto. Junto com procedimentos cirúrgicos endodônticos, torna-se uma possibilidade para solucionar as inflamações periapicais que não são tratadas mediante procedimentos convencionais de tratamento endodôntico ou retratamento ^{3, 7}.

Dentro desse contexto, este estudo teve o objetivo de abordar, por meio de uma revisão de literatura, as propriedades químicas, físicas e biológicas do MTA e seu emprego como material selador em casos de perfuração radicular. Foram utilizados livros, periódicos, revistas e artigos publicados nos idiomas português e inglês nas bases de dados Scientific Electronic Library Online (Scielo), PUBMED e Google Acadêmico no período de 1993/2016 com resumos disponíveis nos bancos de dados informatizados, selecionados e textos disponíveis na íntegra na internet ou que pode ser fornecido pela fonte original os quais possibilitaram que este trabalho tomasse forma para ser fundamentado. Os descritores utilizados para a seleção dos artigos foram: perfuração radicular, Agregado de Trióxido Mineral e propriedades do MTA. Os artigos obtidos através da estratégia de busca, que tiveram como temática principal “Agregado de Trióxido Mineral (MTA): propriedades físicas, químicas, biológicas e seu uso como material selador em casos de perfuração radicular” foram avaliados e classificados em elegíveis (estudos que apresentaram relevância e tinham possibilidade de ser incluídos na revisão) e não elegíveis (estudos sem relevância, sem possibilidade de inclusão na revisão). Dos 48 artigos identificados 34 foram incluídos na pesquisa e foi adicionado 1 livro considerado relevante para o estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agregado trióxido mineral (MTA)

Em 1990, o MTA foi estudado e analisado. Foi apresentado pela primeira vez, na literatura odontológica, em 1993 por Mahmoud Torabinejad, que comprovou a capacidade de selamento do MTA em perfuração radicular. Em 1998, a *Food and Drug Administration* (FDA), aprovou o MTA para uso endodôntico e como material retrobturador associado à cirurgia apical foi descrito pela primeira vez em 1999 ^{8,9}.

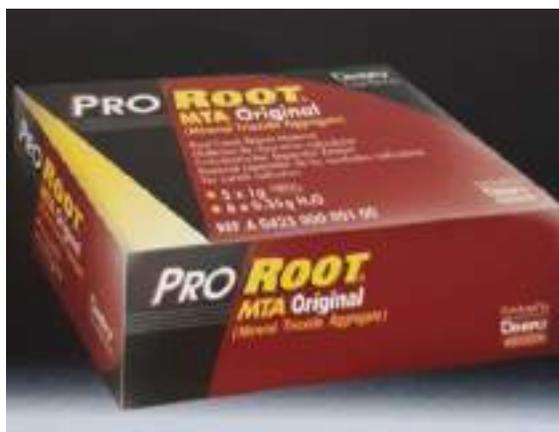
No início foi comercializado em formulação cinza, devido a pigmentação dentária o MTA tem sido substituído por uma formulação branca. Em comparação com o material cinza, a formulação branca possui quantidade menor de ferro, alumínio e magnésio ¹⁰. É um material odontológico biocompatível, que constitui propriedades em íons cálcio e fosfato, os quais também são elementos dos tecidos dentários, atribuindo biocompatibilidade ao MTA ^{6, 11}. Os autores Duarte *et al.* ¹² e Eskandarizadeh *et al.* ¹³ afirmaram que o MTA era semelhante,

macroscopicamente, microscopicamente e pela difração de raios X, ao cimento Portland (cimento empregado em construções).

O cimento Portland foi produzido e demonstrado por Aspdin em Koseph, 1824, na Inglaterra. Após isso, Duarte *et al.*¹² analisaram as características químicas e antibacterianas de alguns materiais, incluindo o cimento Portland e o MTA, e observaram que, o cimento Portland continha as mesmas propriedades químicas do MTA (silicato dicálcico, silicato tricálcico, aluminato tricálcico, gesso e aluminoferrite tetracálcico) exceto o óxido de bismuto (agente radiopacificador).

Foi comercializado inicialmente no mercado odontológico sob o nome de Pro-Root MTA® (*Dentsply/ Maillefer*, Ballaigues, Suíça) sendo essa a primeira versão comercialmente disponível e MTA-Angelus® (Londrina, PR, Brasil), ambos com subtipos cinza e branco¹⁴.

Figura 1: Agregado trióxido mineral (MTA) comercializado como ProRoot® em sua fórmula original cinza.



Fonte: (NASCIMENTO, 2016)

Figura 3: Agregado trióxido mineral (MTA) comercializado como MTA Angelus® em sua fórmula cinza.



Fonte: (ANGELUS, 2019)

Figura 2: Agregado trióxido mineral (MTA) comercializado como ProRoot® em sua fórmula original branca.



Fonte: (NASCIMENTO, 2016)

Figura 4: Agregado trióxido mineral (MTA) comercializado como MTA Angelus® em sua fórmula branca.



Fonte: (ANGELUS, 2019)

Foram desenvolvidos pela empresa brasileira *Angelus* (Indústria de Produtos Odontológicos Ltda. Londrina, PR, Brasil), os cimentos MTA branco e cinza e, subsequente, o MTA-BIO® com diferentes aplicações clínicas na odontologia. O MTA-BIO®, de acordo com o fabricante é totalmente desenvolvido em laboratório em condições altamente inspecionadas, obedecendo aos rigorosos parâmetros da American Chemical Society, para garantir que o produto final estivesse livre de elementos danosos à saúde humana, tais como arsênio e chumbo. Foi desenvolvido como cimento obturador radicular o MTA denominado Endo CPM-Sealer® (Buenos Aires, Argentina) ^{13, 15}.

Figura 5: Agregado trióxido mineral (MTA) comercializado como MTA-BIO® em sua fórmula branca.



Fonte: (ANGELUS, 2019)

Figura 6: Agregado trióxido mineral (MTA) como cimento obturador de canais radiculares em sua forma comercial Endo CPM-Sealer®.



Fonte: (ALI, 2018)

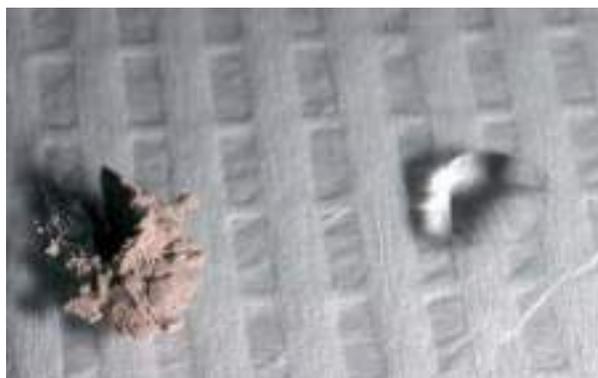
2.2 Propriedades físicas, químicas e biológicas

O MTA contém propriedades físico-químicas que são capazes de fornecer resultados excelentes quando empregado em casos de obturação total ou parcial do conduto. Algumas destas propriedades são analisadas primeiramente no decorrer do processamento de hidratação, quando silicatos de cálcio reagem para produzir hidróxido e gel de silicato de cálcio, alcançando um pH alcalino. Presume-se que a biocompatibilidade do cimento se deve à liberação de íons hidroxila e à constituição de hidróxido de cálcio no decorrer do processo de hidratação ⁷.

São consideradas as principais propriedades físico-químicas e mecânicas deste cimento: resistência a compressão, capacidade de adesão a dentina, baixa solubilidade e resistência relativa à umidade. Dependendo da proporção pó/líquido, temperatura e presença de ar e umidade, essas propriedades estão situadas nos padrões próximos ao satisfatório ¹⁶.

Segundo Dammaschke *et al.*¹⁰ e Islam *et al.*¹⁷ relataram que o MTA pode ser alcançado sob a forma de uma estrutura amorfa com aparência granular e cristalizada através da mistura de um pó. Geralmente, a proporção é de 3:1 pó/líquido, que deve, ao fim de 30' a 60', exibir um aspecto arenoso, limitando-se a pouco menos de 4 a 5 minutos o tempo total de manipulação, embora este possa ser estendido se a mistura for coberta, reduzindo a evaporação da água.

Figura 7: Proporção (3:1 pó/líquido) para preparo do Agregado de trióxido mineral.



Fonte: (GUTMANN; LOVEDAHL, 2012)

Figura 8: Mistura do pó de MTA com água estéril.



Fonte: (GUTMANN; LOVEDAHL, 2012)

Figura 9: Aspecto final do material



Fonte: (GUTMANN; LOVEDAHL, 2012)

O MTA é efetivo em presença de água, sendo considerado um cimento hidráulico, mas a sua dissolução é relativamente baixa. Determinadas propriedades do MTA têm sido apresentadas como limitantes do uso por sua difícil aplicabilidade, resultando em perda inicial do material,

uma vez que este é pouco aderente em determinados locais. São fatores desfavoráveis deste material: tempo de trabalho curto, tempo de presa lenta e consistência granulosa ^{2, 15}.

Foi adicionado ao MTA o óxido de bismuto, que é insolúvel, concedendo radiopacidade, reduzindo a estabilidade mecânica devido esta adição, pois terá mais água não reagente no cimento aumentando conseqüentemente a porosidade, o que vai acarretar falhas na matriz do cimento que pode agravar o conjunto de fissuras. Desse modo, o aumento da porosidade interfere na solubilidade e, assim, na degradação do material o que pode danificar a longevidade do produto ⁷.

A biocompatibilidade do cimento também é afetada com adição do óxido de bismuto, pois o mesmo dissolve-se em meio ácido e pode causar a proliferação de microrganismos em cultura. Ocorre também a liberação de óxido de bismuto, quando o MTA é empregado em ambiente ácido, como tecido inflamado ¹⁶.

O MTA não irrita os tecidos periapicais pois é um cimento bioativo, induzindo também a regeneração do ligamento periodontal e o cimento. Portanto, é um agente cementogênico e osteoindutivo que promove as células imunes a liberarem linfocinas, essencial ao reparo, renovação, melhora dos defeitos ósseos periapicais e estímulo de vários aspectos ósseos para biomineralização ¹⁷.

2.3 Características do MTA

O MTA encontra-se disponível em dois tipos, cinza e branco e é um pó hidrofílico fino. Esses dois tipos são similares, mas têm pequenas discrepâncias na composição química. O MTA cinza contém ferro e manganês o que constituem diferenças do MTA branco ¹⁷.

Aproximadamente 3 horas de reação a hidratação do pó produz um gel coloidal ¹⁴. A mistura de água estéril e formas de preparação de pó resultam em um cimento endurecido. Seus principais componentes são o silicato tricálcio, silicato dicálcio, aluminato tricálcio, ferroaluminato tetracálcio, sulfato de cálcio di-hidratado (gesso) e o óxido de bismuto ¹¹.

Quando o pó de MTA é misturado com água, o hidróxido de cálcio e o silicato de cálcio convertem-se em cristais e gel sólido poroso, ocorrendo a formação de calcita, e promovendo a alcalinidade do MTA após a hidratação ^{18, 19, 20}.

Inicialmente apresenta o pH alcalino, em torno de 10,2, entretanto, em três horas da mistura do pó com o líquido este pH se eleva para 12,5, elevando sua alcalinidade, essa

propriedade propicia o efeito antimicrobiano, mas ainda apresenta baixa solubilidade e baixa resistência compressiva, levando em consideração que o tempo de endurecimento do MTA é de 2h 45min⁹.

O material apresenta compatibilidade biológica benéfica, possibilitando a atividade da fosfatase alcalina, formação de nódulos mineralizados e proliferação celular, bem como menor ocorrência de mediadores químicos inflamatórios. Favorecendo a reparação tecidual, resultando em formação de tecido duro⁸.

No Congresso Internacional de Odontologia de São Paulo (CIOSP) em 2016 foi apresentado o MTA Repair HP® da marca *Angelus*, que propicia facilidade no manuseio e como característica a plasticidade, o que é diferenciado das versões anteriores. Foi modificado também o radiopacificador, sendo retirado o óxido de bismuto e adicionado o tungstato de cálcio. Acontecendo assim uma alteração na composição do MTA *Angelus*®, onde o fabricante removeu o componente sulfato de cálcio (gesso) com a finalidade de diminuir o tempo de presa, ocorrendo entre 10 a 15 minutos²¹.

Figura 10: Agregado de trióxido mineral (MTA) comercializado como MTA Repair HP® em sua fórmula branca



Fonte: (ANGELUS, 2019)

Logo após o tempo de presa o MTA se amplia, e é essa expansão a responsável pela capacidade de vedamento das cavidades. Devido a sua pouca solubilidade, a umidade presente nos tecidos estimula a reação química de hidratação do material e por consequência não ocorre a diluição do material, quando em contato com os líquidos teciduais^{11,22}.

O MTA é um cimento não irritante aos tecidos periapicais. Em sua composição estão presentes íons cálcio e fósforo, que são os principais componentes dos tecidos dentais. É um

material osteoindutivo e cementogênico, o que confere biocompatibilidade quando em contato com os mesmos ¹⁰.

O material apresenta várias propriedades benéficas, quando usado para reparar uma perfuração, essas propriedades são: bom vedamento, tem capacidade de vedar mesmo com presença de sangue e líquidos teciduais, não apresenta implicações sobre a estrutura dentária, é compatível com os tecidos vivos, bactericida, possui radiopacidade e é capaz de estimular a cementogênese e osteogênese ³.

O MTA *Angelus*® (Indústria de Produtos Odontológicos Ltda. Londrina, PR, Brasil) possui um tempo de presa reduzido, é comercializado em recipientes que possibilita uma dispensação mais controlada e mantém as mesmas propriedades esperadas do MTA tradicional. Enquanto o ProRoot MTA® original (*Dentsply/ Maillefer*, Ballaigues, Suíça) é vendido em embalagens descartáveis, o MTA *Angelus*® (Indústria de Produtos Odontológicos Ltda. Londrina, PR, Brasil) mais moderno é acondicionado em frascos herméticos que possibilita que os profissionais dispensem um pequeno volume de pó, selando o restante em seu recipiente original para uso posterior ^{12, 16}.

O ProRoot MTA® tradicional (*Dentsply/ Maillefer*, Ballaigues, Suíça) leva cerca de 2 a 3 horas para tomar presa, enquanto o MTA *Angelus*® (Indústria de Produtos Odontológicos Ltda. Londrina, PR, Brasil) é estabelecido em 15 minutos após sua preparação. A redução do tempo de presa às vezes é esperada, pois o cirurgião-dentista pode certificar que o material esteja curado no momento da inserção e pode seguir com seus procedimentos de restauração, sem se preocupar com a eliminação do MTA. A diminuição do tempo de presa do MTA *Angelus*® (Indústria de Produtos Odontológicos Ltda. Londrina, PR, Brasil) é resultado da redução da concentração de sulfato de cálcio, propriedade responsável pelo maior tempo de presa na formulação original ^{16, 21}.

Ao contrário de outros materiais dentários tradicionais, o MTA quando introduzido pela primeira vez, apresentou uma manipulação dificultosa, devido à sua consistência de areia úmida. Baseado nisso, diversos dispositivos de aplicação personalizados foram introduzidos no mercado odontológico, facilitando assim seu manuseio e a aplicação, tornando-o mais vantajoso ¹⁷.

2.4 Aplicações clínicas

Com o objetivo de prevenir os tecidos periapicais de uma infecção por microorganismos e eliminar as bactérias do interior dos canais radiculares, o tratamento endodôntico surge como

alternativa, selando os canais e gerando uma camada protetora. Quando ocorre este tipo de infecção, um dos primeiros procedimentos definido para tratamento é o tratamento endodôntico convencional ou o retratamento, no entanto, caso esse método venha a fracassar ou se torne impossível de ser realizado, geralmente a próxima opção é a realização de cirurgia periapical ²³.

Nos Estados Unidos mais de 24 milhões de procedimentos endodônticos são executados anualmente, desses procedimentos sendo tratamentos avançados, como retrobturação (realizadas por meio de intervenção cirúrgicas), microcirurgias periapicais. Nesses casos o MTA é condensado, preenchendo o preparo criado para a retrobturação), reparos de perfuração, tratamentos de apicificação (onde é aplicado o MTA e selamento do terço o apical) e regeneração (o MTA é colocado no orifício do canal, em contato com o coágulo para protegê-lo de micro infiltração coronária) ²⁴.

Todos esses procedimentos endodônticos e alguns procedimentos cirúrgicos têm se favorecido muito com a disponibilidade do MTA. Perfuração radicular, preenchimento excessivo, lesões endodônticas e periodontais, fratura radicular, lesão dentária traumática, fratura por instrumento, periodontite apical e reabsorção radicular caracterizam o desafio complexo enfrentado pelo endodontista, e estes podem contribuir (isoladamente ou em associação) para uma dúvida ou prognóstico desfavorável ²⁵.

2.5 Perfuração Radicular

No decorrer do tratamento do canal radicular ou procedimentos restauradores, podem ocorrer acidentalmente perfurações da raiz. Entretanto, durante os procedimentos operatórios, o endodontista deve evitar possibilidades de eventos nocivos ocorrerem e prevenir, uma vez que os acidentes transoperatórios são fatores de risco que podem resultar no insucesso do tratamento do canal radicular, das quais o paciente deve ser comunicado imediatamente, juntamente com os procedimentos a serem seguidos, as opções de tratamento e o prognóstico ²⁶.

A qualidade do desbridamento do canal radicular é reduzida quando a cavidade de acesso é insuficiente, podendo assim haver danificação da forma final do preparo do canal. Além disso, uma cavidade de acesso exagerada ou mal direcionada pode levar à perfuração da raiz e tornar o dente passível de fratura coronal/radicular ²⁵.

O diagnóstico e o tratamento da perfuração radicular devem serem realizados de forma rápida e adequada, pois constitui uma complicação séria, se não tratada poderá causar problemas

futuros, ocasionando à perda do elemento dental. As complicações da perfuração radicular podem resultar em uma resposta inflamatória relacionada ao tecido periodontal e à destruição óssea alveolar²⁷.

2.5.1 Diagnóstico e prognóstico de perfuração radicular

Depois de detectada uma perfuração radicular, o tratamento pode ser trabalhoso, pois a perfuração da raiz pode afetar o prognóstico do tratamento do canal radicular. Vários achados clínicos podem ser determinantes no diagnóstico de perfurações radiculares, como exames clínicos e radiográficos²⁸.

Durante o preparo do canal radicular vital, a polpa radicular é removida por pulpectomia. Após a retirada do tecido pulpar, sangramento persistente durante o acesso coronal ou preparo do canal radicular pode ser um sinal de perfuração. Ademais, condições sistêmicas, medicamentos, dentes com ápice aberto e reabsorção interna e periodontite apical aguda podem estar associados a sangramento excessivo e serem confundidos com perfuração radicular²⁹.

Clinicamente, seu diagnóstico é um desafio. A radiografia periapical é o método de imagem frequentemente indicado para diagnóstico endodôntico. A radioluscência associada à comunicação entre as paredes do canal radicular e o espaço periodontal constitui um vestígio relevante desse acidente de procedimento²⁵.

Três fatores clínicos têm sido considerados importantes no prognóstico e cicatrização das perfurações radiculares: o tempo (tempo entre a ocorrência da perfuração e o preenchimento adequado); extensão (uma pequena perfuração causa menos destruição do tecido e resposta inflamatória); e localização (perfurações localizadas apicais à zona crítica, têm probabilidade de ter um bom prognóstico quando o canal radicular é acessível e o tratamento é apropriado)²⁸.

Assim, critérios clínicos associados, como evitar o início da infecção, a sua localização e a gravidade da lesão tecidual, são fatores fundamentais para o prognóstico do tratamento. Além disso, a possibilidade de acessar a área de perfuração, proporcionar uma vedação adequada e as condições patológicas, são determinantes clínicos de sucesso ou fracasso²⁵.

Contudo, o processo de reparo de dentes tratados endodonticamente depende não somente do emprego de abordagens clínicas adequadas para possibilitar um melhor tratamento do canal radicular, mas também de fatores associados ao paciente (como doenças crônicas,

hormônios e idade), e aqueles que são capazes de alterar as defesas imunológicas do hospedeiro e afetar os resultados do tratamento e no processo de cicatrização ³⁰.

Desta forma, os fatores de risco de falhas no tratamento do canal radicular (como doença sistêmica e estado periodontal) precisam ser tratados adequadamente durante o plano de tratamento. O sucesso do tratamento é influenciado pelo estado pré-operatório da polpa dentária, relacionada à presença ou ausência de lesão periapical pré-operatória. O diagnóstico de polpa dentária e/ou tecido periapical, após a ocorrência da perfuração radicular é um importante preditor de prognóstico ³¹.

Cada caso clínico deve ser examinado minuciosamente e individualmente, com objetivo de determinar a presença ou ausência de infecção, o tamanho da perfuração, o tempo decorrido até o selamento e o risco periodontal para o paciente, observando se a doença interfere diretamente ou não no prognóstico ³⁰.

2.6 Uso do MTA no tratamento de perfuração radicular

Muitos materiais têm sido empregados para selar perfurações radiculares, sendo que o material de escolha para o tratamento de perfurações radiculares deve ser atóxico, bacteriostático, bactericida não absorvível, radiopaco e proporcionar uma vedação contra micro vazamentos. Embora o amálgama tenha sido largamente utilizado por vários anos em odontologia restauradora e técnicas de preenchimento retrógrado apical, seu uso é limitado nos últimos anos, relacionado aos seguintes fenômenos de liberação de íons, toxicidade de mercúrio, corrosão e eletrólise, vazamento marginal, expansão retardada, formação de tatuagem e maior nível de inflamação sem regeneração óssea ²⁵.

Consequentemente três materiais foram utilizados retrospectivamente para selar as perfurações radiculares, o hidróxido de cálcio, cimentos de silicato de cálcio e o agregado de trióxido mineral (MTA). Existem várias indicações para esses materiais em endodontia, incluindo procedimentos como pulpotomia, obturação de canais radiculares, capeamento pulpar, apicificação, obturação de raízes e tratamento de perfuração ²⁸.

O MTA foi considerado estatisticamente superior aos demais materiais, demonstrando menor microinfiltração e possuindo capacidade de selamento entre o dente e as superfícies externas. Em diversas metodologias as propriedades físicas, químicas e biológicas foram

amplamente avaliadas, onde observou-se boa eficácia para substituir inúmeros materiais que foram usados para selamento radicular ²⁵.

As avaliações iniciais do MTA indicaram que ele teve bom desempenho no selamento de perfurações radiculares laterais e de obturações radiculares, devido à sua capacidade de promover o processo de mineralização. A resposta biológica do MTA no processo de reparo após selamento de perfurações laterais em obturações radiculares, capeamento pulpar, pulpotomia, apicificação e revascularização, demonstrou que este material apresenta bom comportamento do tecido. Uma série de estudos analisaram o reparo de perfurações radiculares com MTA, e os resultados consolidaram a indicação desse material para essa condição clínica deletéria ²⁷.

A viabilidade de um dente tratado endodonticamente está relacionada ao correto diagnóstico e planejamento do tratamento, higienização, modelagem do canal radicular, selamento e, por último, reabilitação dentária ²⁵. O sucesso do tratamento de uma perfuração radicular depende de vários fatores, como extensão e localização da perfuração, material de vedação, tempo entre o diagnóstico e o tratamento, presença de contaminação e experiência do operador associada, presença de lesões pré-operatórias, comunicação da perfuração com o meio oral, qualidade e o tipo da restauração final ³².

O material indicado para tratamento de perfurações de canal radicular deve apresentar boas propriedades físico-químicas e biológicas, atividade antimicrobiana, potencial osteogênico e capacidade de selamento adequada. O MTA apresentou bons resultados no tratamento de casos de perfuração radicular lateral e de furca, cirurgia de raiz, cobertura pulpar direta, apicificação e reabsorção radicular. Isso se deve às suas características como biocompatibilidade, baixa indução de inflamação, solubilidade, criação de vedação entre a câmara pulpar e os tecidos periodontais e capacidade de reparo. É o único material que permite o crescimento excessivo do cimento, a formação óssea e facilita a regeneração do ligamento periodontal. O MTA tem sido o material mais amplamente indicado para selamento de perfuração radicular, possibilitando um melhor selamento das perfurações radiculares e reabsorção ³³.

Uma vez que uma perfuração ocorre, deve-se analisar a dimensão dessa perfuração como já citado anteriormente. Se ocorrer um defeito ósseo adjacente, o defeito ósseo deve primeiro ser preenchido com um material osteocondutor ou ostointutor. Isso pode ser feito com um enxerto ósseo ou esponja de colágeno. A porção dentinária do dente que foi perfurada é então

restaurada com MTA, resultando assim em um correto selamento e conseqüentemente, estimulando o reparo tecidual³⁰.

Figura 11: Aspecto radiográfico inicial, mostrando lesão periapical no segundo pré-molar superior.



Fonte: (SILVEIRA *et al.* 2010)

Figura 12: Detalhe radiográfico da área radicular acometida após a laceração.



Fonte: (SILVEIRA *et al.* 2010)

Figura 13: Aspecto radiográfico imediato após o selamento do conduto radicular com MTA.



Fonte: (SILVEIRA *et al.* 2010)

Figura 14: Proservação radiográfica após 12 meses, evidenciando a formação de trabeculado ósseo no espaço onde se situava a lesão.



Fonte: (SILVEIRA *et al.* 2010)

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da literatura abordada considera-se que a perfuração radicular é um erro que pode ocorrer durante a realização do tratamento endodôntico e que se não tratada pode levar a perda do elemento dental. Ademais, o prognóstico e a preservação do dente afetado está relacionado ao tempo, a extensão, a localização da lesão e o material utilizado para selar a perfuração.

Baseado nisso, o MTA despontou como o material ideal para o reparo das perfurações endodônticas, devido as suas propriedades físicas, químicas e biológicas que lhe conferem biocompatibilidade, efeito antimicrobiano, indução da proliferação de células pulpares e capacidade osteoindutora.

Entretanto, como qualquer outro material, este também apresenta algumas inconveniências como a possível alteração de cor do dente tratado, no caso do MTA cinzento, dificuldades de manuseio e alto custo. No entanto, as evidências clínicas sustentam o uso do MTA como material selador no tratamento das perfurações radiculares.

REFERÊNCIAS

1. Tawil PZ, Trope M, Curran AE, Caplan DJ, Kirakozova A, Duggan DJ, et al. Periapical microsurgery: na in vivo evaluation of endodontic root-end filling materials. *Journal of Endodontics* . 35, 3, 2009, p. 357-362.
2. Faraco Jr IMF, Holland R. Response of the pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. *Dental Traumatology*. 2001, 17, 163-166.
3. Loannidis K, Mistakidis I, Beltes P, Karagiannis V. Spectrophotometric analysis of coronal discolouration induced by grey and white MTA. *International Endodontic Journal*, 46, 137-144, 2013.
4. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review Part I: Chemical, Physical, and Antibacterial Properties. *Journal of Endodontics*. 36, 1, 2010.
5. Torabinejad M, Parirokh M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review—Part II: Leakage and Biocompatibility Investigations. *Journal of Endodontics*. 36, 2, 2010.
6. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review—Part III: Clinical Applications, Drawbacks, and Mechanism of Action. *Journal of Endodontics*. 36, 3, 2010.
7. Asgary S, Parirokh M, Eghbal MJ, Brink F. Chemical Differences Between White and Gray Mineral Trioxide Aggregate. *Journal of Endodontics*, 31, 2, 2005.
8. Witherspoon D. Vital pulp Therapy with new materials: new directions and treatment perspectives – permanent teeth. *Journal of Endodontics*, 34, 78, 2008.

9. Camp JH. Diagnosis dilemmas in vital pulp therapy: treatment for the toothache is changing, especially in young, immature teeth. *Journal of Endodontics*, 34, 7, 2008.
10. Dammaschke T, Gerth HUV, Zuchner H, Schafer E. Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. *Dental Materials*. 21, 731–738, 2005.
11. Farsi N, Alamoudi N, Balto K, Mushayt AA. Clinical Assessment of Mineral Trioxide Aggregate (MTA) as Direct Pulp Capping in Young Permanent Teeth. *The Journal of Pediatric Dentistry*. 31, 2, 2006.
12. Duarte MAH, Demarchi ACCO, Yamashita JC, Kuga MC, Fraga SC. pH and calcium ion release of 2 root-end filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 95, 345, 7, 2003.
13. Eskandarizadeh A, Shahpasandzadeh MH, Parirokh MS. Um estudo comparativo sobre a resposta da polpa dental ao hidróxido de cálcio e agregado de trióxido mineral branco como agentes de capeamento pulpar. *J Conserv Dent*. 14, 4, 351–355, 2011
14. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing Ability of a Mineral Trioxide Aggregate for Repair of Lateral Root Perforations. Printed in U.S.A. 19, 11, 1993.
15. Frenkel G, Kaufman A, Ashkenazi M. Clinical and Radiographic Outcomes Of Pulpotomized Primary Molars Treated with White or Gray Mineral Trioxide Aggregate And Ferric Sulfate – Long Term Follow-Up. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 37, 2, 2012.
16. Lolayekar N, Bhat SS, Hegde S. Sealing Ability of ProRoot MTA and MTA-Angelus Simulating a One-Step Apical Barrier Technique- An *in vitro* Study. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 33, 4, 2009.
17. Islam I, Chng HK, Yap AUJ. Comparison of the Physical and Mechanical Properties of MTA and Portland Cement. *Journal of Endodontics*, 32, 3, 2006.
18. Koulaouzidou EA, Economides N, Beltes P, Geromichelos G, Papazisis K. In vitro evaluation of the cytotoxicity of ProRoot MTA and MTA Angelus. *Journal of Oral Science*. 50, 4, 397-402, 2008.
19. Neto JDS *et al.* Root perforations treatment using mineral trioxide aggregate and Portland cements. *Acta Cirúrgica Brasileira*, 25, 6, 2010.
20. Bogen G, Kim JS, Bakland LK. Direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: An observational study. *The Journal of the American Dental Association*. 139, 2008.
21. Nascimento JB. Utilização do agregado de trióxido mineral (MTA) em perfurações. Belo Horizonte, 2016. Tese de Monografia para obtenção do título de Especialista em Endodontia no programa de Pós-graduação pela Universidade Federal de Minas Gerais.

22. Barrieshi-Nusair KM, Qudeimat MA. A Prospective Clinical Study of Mineral Trioxide Aggregate for Partial Pulpotomy in Cariously Exposed Permanent Teeth. *Journal of Endodontics*. 32, 8, 2006.
23. Baltieri PWQ. *Cirurgia Parendodôntica*. São Paulo, 2005. Tese de Monografia para obtenção do título de Especialista em Endodontia pela Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UEC.
24. Nash KD, Brown LJ, Hicks ML. Private Practicing Endodontists: Production of Endodontic Services and Implications for Workforce Policy. *Printed in U.S.A.* 28, 10, 2002.
25. Estrela C, Decurcio DA, Rossi-Fedele G, Silva JA, Guedes OA, Borges AH. Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials. *Brazilian Oral Research.*, 32, 73, 2018.
26. Alhadainy HA. Root Perforations. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*. 78, 368-74, 1994
27. Baroldi K, Samir S. Sealing Ability of MTA Used in Perforation Repair of Permanent Teeth; Literature Review. *The Open Dentistry Journal*, 10, 278-286, 2016.
28. Krupp C, Bargholz C, Bruserbaber M, Hulsmann M. Treatment Outcome after Repair of Root Perforations with Mineral Trioxide Aggregate: A Retrospective Evaluation of 90 Teeth. *Journal of Endodontics*, 39, 11, 2013.
29. Mente J, Leo M, Panagidis D, Saure D, Pfefferle T. Treatment Outcome of Mineral Trioxide Aggregate: Repair of Root Perforations—Long-term Results. *Journal of Endodontics*. 40, 6, 2014.
30. Main C, Mirzayan N, Shabahang S, Torabinejad M. Repair of Root Perforations Using Mineral Trioxide Aggregate: A Long-term Study. *Journal of Endodontics*. 30, 2, 2004.
31. Neto M, Magnabosco KSF, Pereira CM, Faitaroni LA, Estrela CRA, Borges AH. Utilização de cimento a base de MTA no tratamento de perfuração radicular: relato de caso clínico MTA. *Revista Odontológica do Brasil Central*. 21, 59, 2012.
32. Silveira LFM, Cavalheiro GT, Rebello HLC, Martos J. Resolução clínica de perfuração radicular através de selamento com agregado de trióxido mineral (MTA). *International Journal of Dentistry*, 9, 4: 220-224, 2010.
33. Gutmann JL, Lovedahl PE. *Soluções em endodontia: prevenção, identificação e procedimentos*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
34. ANGELUS. *Manual- Cimento Reparador MTA Angelus*. Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A. Londrina - PR Brasil, 2019.

35. Ali HK. Root canal Sealer. A project Submitted to Collage of Dentistry, University of Baghdad. Department of Conservative in fulfillment for the requirement of B.D.S Degree. University of Baghdad, 2018.

