

## Evolução do cimento MTA - uma revisão de literatura

## Evolution of MTA cement - a literature review

## Evolución del cemento MTA - revisión de la literatura

Igor Bastos Barbosa 

Fernando de Matos Paixão 

Caroline Sousa Ribeiro Adeodato 

### Endereço para correspondência:

Igor Bastos Barbosa  
Rua Conselheiro Zenha, 40  
Tijuca  
20550-090 - Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brasil  
E-mail: jigorramos@gmail.com

**RECEBIDO:** 08.11.2021

**ACEITO:** 21.03.2022

### RESUMO

O agregado trióxido mineral MTA é um material revolucionário na endodontia desde 1990 diversos estudos tem mostrado seu uso e suas aplicações clínicas, com alto desempenho e sucesso em longo prazo, seu desenvolvimento inicial para a reparação de perfurações foi logo ampliado para apicificação, pulpotomias e obturação retrógrada em cirurgias paredodônticas. Foi inicialmente descrito em 1993 por Mahmoud Torabinejad a partir de uma análise do cimento Portland, desde então é considerado padrão ouro como material de escolha para selar perfurações tendo em vista suas excelentes propriedades físico-químicas, radiopacidade e biocompatibilidade. Este artigo tem por objetivo rever a literatura existente, buscando avaliar histórico, características e composição do agregado trióxido mineral MTA.

**PALAVRAS-CHAVE:** Endodontia regenerativa. Materiais biocompatíveis. Obturação do canal radicular.

**ABSTRACT**

The mineral trioxide aggregate MTA is a revolutionary material in endodontics since 1990 several studies have shown its use and its clinical applications, with high performance and long-term success, its initial development for the repair of perforations was soon expanded for apicification, pulpotomies and obturation retrograde in paredodontic surgeries. It was initially described in 1993 by Mahmoud Torabinejad from an analysis of Portland cement, since then it is considered the gold standard as the material of choice for sealing perforations in view of its excellent physical-chemical properties, radiopacity and biocompatibility. This article aims to review the existing literature, seeking to assess the history, characteristics and composition of the mineral trioxide aggregate MTA.

**KEYWORDS:** Regenerative endodontics. Biocompatible materials. Root canal obturation.

**RESUMEN**

MTA mineral trioxide aggregate es un material revolucionario en endodoncia desde 1990. Varios estudios han demostrado su uso y aplicaciones clínicas, con alto rendimiento y éxito a largo plazo, su desarrollo inicial para la reparación de perforaciones pronto se extendió a apexificación, pulpotomías y tratamiento de relleno retrógrado en cirugías paredodoncia. Fue descrito por primera vez en 1993 por Mahmoud Torabinejad basado en un análisis de cemento Portland, desde entonces ha sido considerado el estándar de oro como el material de elección para el sellado de perforaciones debido a sus excelentes propiedades fisicoquímicas, radiopacidad y biocompatibilidad. Este artículo tiene como objetivo revisar la literatura existente, buscando evaluar la historia, características y composición de la MTA mineral trioxide aggregate.

**PALABRAS CLAVE:** Endodoncia regenerativa. Materiales biocompatibles. Obturación del conducto radicular.

## INTRODUÇÃO

O agregado trióxido mineral MTA foi uma descoberta em odontologia que tornou inúmeros casos que teriam prognóstico duvidável em casos com grande índice de sucesso, nos últimos 30 anos e cada vez mais temos estudos e clinicamente vem-se comprovando suas excelentes características, além de ser um material altamente versátil, com empregos dos mais variados, dentre eles podemos citar: capeamento pulpar, pulpotomia, selamento de perfurações, apicectomia em retro-obturações e apicificação.

O agregado trióxido Mineral MTA consiste na união de cálcio, alumínio e selênio. MTA têm as seguintes propriedades para emprego em odontologia, sua biocompatibilidade, bioatividade, hidrofílico, radiopacidade, capacidade de selamento e baixa solubilidade. O que o torna único é sua biocompatibilidade e capacidade de vedação mesmo em ambientes úmidos. A liberação de íons cálcio estimula respostas de reparação no organismo, além do Ph alcalino. Isto tem sido observado histologicamente com a formação de novo cimento na área dos tecidos perirradiculares e uma baixa resposta inflamatória<sup>1</sup>.

Uma vantagem muito prática do MTA é que ele se instala no ambiente úmido onipresente na odontologia. Ao contrário de muitos outros materiais odontológicos. Quando em contato com a umidade, seu principal componente, o óxido de cálcio, se converte em hidróxido de cálcio com o qual dentistas já estão familiarizados. Essa conversão resulta em um microambiente de alto pH que têm efeitos antibacterianos benéficos. Ao contrário do hidróxido de cálcio, no entanto, este material tem solubilidade muito baixa e mantém sua integridade física após a colocação<sup>2</sup>.

MTA são derivados de um composto original de cimento Portland. Embora esse seja semelhante em alguns aspectos, o cimento Portland e o MTA não são idênticos, O MTA passa por um processo de purificação e suas partículas são diferentes. MTA, quando comparados aos cimentos Portland, têm um tamanho médio de partícula menor e contêm menos metais pesados tóxicos<sup>3</sup>.

Tanto no mercado brasileiro, quanto internacional existem diversos cimentos endodônticos disponíveis para uso, a cada ano um novo material promissor é anunciado, porém cada um apresenta uma limitação. Apesar de toda evolução e novos materiais cimentos desenvolvidos, ainda não se encontrou um

material considerado ideal, que tenha todas as seguintes propriedades: biocompatibilidade, viscosidade, boa adesão às paredes do canal radicular, tempo de trabalho satisfatório, promover selamento tridimensional, apresentar estabilidade dimensional, escoamento, radiopacidade, efeito antimicrobiano fazendo-se assim a necessidade de novos estudos com a finalidade de avaliar as vantagens dos cimentos, visando encontrar o material mais biocompatível possível.

Baseando-se nessas características e por seu longo uso clínico, o MTA ganhou destaque na endodontia por ser atualmente o cimento com maior quantidade de artigos e emprego clínico na odontologia em capeamento pulpar, pulpotomia, retro-obturação, selamento de perfurações, apicificação. Esse cimento possui características únicas para seu uso no meio oral que evidenciam suas vantagens quando comparadas a outros materiais.

Com isto, esta revisão de literatura busca compilar as aplicações clínicas e características atuais do MTA na endodontia.

A pesquisa das publicações foi realizada utilizando os descritores: "MTA", "agregado trióxido mineral" e "mineral trioxide aggregate", com os termos booleanos "AND" e "OR". As buscas foram feitas em sites de revistas científicas nacionais e internacionais relacionadas à endodontia, principalmente PubMed, SciELO, ResearchGate entre os anos de 1995 a 2020.

## REVISÃO DE LITERATURA

Estima-se que mais de 24 milhões de procedimentos endodônticos são realizados anualmente, com até 5.5% dos procedimentos envolvendo cirurgia endodôntica apical, perfuração reparo e apicificação<sup>4</sup>.

Um material de reparo endodôntico ideal deve ter boa adesão a estrutura do dente, manter uma vedação suficiente, ser insolúvel aos tecidos orgânicos, dimensionalmente estáveis, não reabsorvíveis, radiopacos e possuir boa biocompatibilidade<sup>5</sup>.

O MTA foi introduzido pela primeira vez na literatura odontológica em 1993 e recebeu a aprovação do Food and Drug Administration (FDA) em 1998. Em 1999, a Pro Root MTA (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Johnson City, TN) foi o primeiro produto MTA disponível comercialmente a ser lançado nos Estados Unidos. MTA Angelus (Angelus, Londrina, PR, Brasil)

foi lançado no Brasil em 2001 e aprovado pelo FDA em 2011, disponibilizando-o nos Estados Unidos<sup>6</sup>.

Recentemente, novas formulações foram introduzidas. Entre elas, MTA Repair HP (Angelus, Londrina, PR, Brasil) e MTA Vitalcem foram propostas. MTA Repair HP é baseado na formulação de MTA convencional, mas contém tungstato de cálcio como radiopacificador e um líquido de mistura com um agente plastificante. É proposto para uso como selador de canais, polpa capeamento, pulpotomia, apicificação e para reparar as perfurações do canal radicular. De acordo com as instruções do fabricante, esta nova fórmula mantém as propriedades químicas original do MTA, mas melhorou suas propriedades físicas relacionadas a manipulação<sup>7</sup>.

O cimento MTA Vitalcem tem uma composição semelhante a do MTA convencional, mas contém dióxido zircônio como radiopacificador. MTA Vitalcem foi proposto como obturação, reparo de perfuração, reabsorção radicular, apicificação e capeamento pulpar. Tem mostrado propriedades antimicrobianas e propriedades de regeneração semelhantes às do MTA convencional<sup>7</sup>.

A composição do MTA são uma mistura de um cimento Portland refinado e óxido de bismuto, e são relatados como contendo vestígios de SiO<sub>2</sub>, CaO, MgO, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. O perfeito componente, cimento Portland, é uma mistura de silicato dicálcico, silicato tricálcico, aluminato tricálcico, gesso e aluminoferrita de tetracálcio<sup>8-9</sup>.

Importante enfatizar o cimento Portland e MTA não são materiais idênticos. Produtos MTA foram relatados ter um tamanho médio de partícula menor, conter menor peso tóxico metais, tem um tempo de trabalho mais longo e parece ter sofrido processamento/purificação adicional do que cimento Portland normal<sup>10</sup>.

O pó do produto MTA é misturado com água estéril fornecido em uma proporção de pó / líquido de 3:1 e é recomendado<sup>10</sup>.

O processo de presa é descrito como uma reação de hidratação do tricálcio silicato (3CaO.SiO<sub>2</sub>) e silicato dicálcico (2CaO.SiO<sub>2</sub>), que este último é considerado responsável pelo desenvolvimento de resistência do material<sup>11</sup>.

A composição do MTA é similar a do cimento Portland e ambos contêm, principalmente, silicatos tri (3CaO.SiO<sub>2</sub>) e dicálcico (2CaO.SiO<sub>2</sub>). O processo de endurecimento do MTA e cimentos Portland é des-

critado como uma reação de hidratação de seus silicatos sendo o Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> o responsável pelo desenvolvimento da resistência mecânica. Neste processo, ocorre inicialmente a dissolução de íons a partir do material anidro que induz a formação do hidrato de silicato de cálcio (C-S-H) e hidróxido de cálcio (CH)<sup>4</sup>, resultando na cristalização dos hidratos com uma estrutura emaranhada que confere resistência ao material<sup>12</sup>.

Diversas alternativas podem ser propostas com o intuito de proporcionar radiopacidade ao cimento Portland, como iodofórmio, sulfato de bário carbonato de bismuto e, também, o próprio óxido de bismuto em diferentes proporções. A opção pelo óxido de bismuto ocorre em função de seu alto peso molecular. O iodofórmio é um material bastante difundido na Endodontia, principalmente como radiopacificador em pastas para medicação intracanal. O sulfato de bário é outro material que merece ser mais investigado, sendo parte do cimento resinoso Enforce, cimento resinoso utilizado na Odontologia. Já o carbonato de bismuto representa variável do óxido de bismuto, alterando, apenas, sua estrutura química. No entanto, o óxido de bismuto, radiopacificador do MTA, mostrou resultados positivos para genotoxicidade em testes em cultura de células de mamíferos. Além disso, este radiopacificador pode interferir negativamente na porosidade e na resistência à compressão do cimento Portland<sup>13</sup>.

## DISCUSSÃO

O agregado de trióxido mineral (MTA) foi desenvolvido na Universidade de Loma Linda (Califórnia, EUA) pelo Prof. Mahmoud Torabinejad, com o objetivo de selar comunicações entre o exterior e o interior do dente. Em 1999, foi lançado comercialmente como ProRoot MTA<sup>®</sup> (Dentsply Tulsa Dental, Oklahoma, USA). Posteriormente, a empresa Angelus Indústria de Produtos Odontológicas S.A., com sede no Paraná, Brasil, iniciou a comercialização do MTA nacional (MTA Angelus<sup>®</sup>) em 2001, na cor cinza, e em 2004, na cor branca. Nestas duas últimas formulações, o sulfato de cálcio (gesso), um dos componentes químicos do ProRoot MTA, foi suprimido a fim de reduzir o seu tempo de presa<sup>14-15</sup>.

O agregado de trióxido mineral (MTA) é um pó

branco ou cinza de partículas hidrofílicas finas que endurecem na presença de umidade. A composição do MTA é similar a do cimento Portland e ambos contém, principalmente, silicatos tri (3CaO.SiO<sub>2</sub>) e dicálcico (2CaO.SiO<sub>2</sub>). O processo de endurecimento do MTA e cimentos Portland é descrito como uma reação de hidratação de seus silicatos sendo o Ca<sub>2</sub>.SiO<sub>4</sub> o responsável pelo desenvolvimento da resistência mecânica. Neste processo, ocorre inicialmente a dissolução de íons a partir do material anidro que induz a formação do hidrato de silicato de cálcio (C-S-H) e hidróxido de cálcio (CH), resultando na cristalização dos hidratos com uma estrutura emaranhada que confere resistência ao material. Vários estudos em laboratório e in vivo envolvendo interações entre células e tecidos com o MTA tem demonstrado sua biocompatibilidade. Entretanto, mudanças em sua composição/formulação envolvendo seus agregados minerais e o desenvolvimento de novas classes de materiais tem sido propostas visando superar algumas de suas características físico-químicas adversas que incluem: consistência arenosa (dificulta o manuseamento do material e aplicação), dispersão pobre, alta porosidade, longo tempo de pega, escurecimento do dente e gengiva<sup>12</sup>.

O uso dos aditivos e conseqüente redução no consumo de água para a produção de uma pasta de MTA trabalhável resulta numa estrutura mais densa e conseqüentemente em um material mais resistente. Além disso, a redução da viscosidade bem como a plasticidade obtida podem melhorar a sua manipulação clínica, aplicação e adaptação. Assim, um importante aspecto relacionado à aplicação do MTA em endodontia é o melhoramento na reologia devido a presença do dispersante que resulta numa viscosidade de 57 mPa.s a 50 s-117.

O MTA branco possui em sua composição os elementos cálcio, silício, bismuto e oxigênio, enquanto o MTA cinza apresenta cálcio, ferro, silício, alumínio, bismuto e oxigênio, sendo o cálcio e o silício componentes predominantes.

Através de microscopia eletrônica de varredura, foi possível observar a presença de oxigênio, sódio, manganês, alumínio, silício, cálcio e bismuto para o MTA branco, e oxigênio, manganês, alumínio, silício, cálcio, potássio, bismuto, ferro e enxofre para o MTA cinza<sup>16-17</sup>.

O elemento químico ferro (Fe) foi identificado nos cimentos MTA cinza e MTA HP Repair, sendo suprimido no MTA branco. Em estudos prévios, acredi-

tava-se que tal elemento provocava o escurecimento da estrutura coronária e gengival, o que ocasionou sua remoção da formulação de MTA Angelus branco, em 2004<sup>16-17</sup>.

A diferença entre MTA cinza e branco reside nos seus respectivos teores de óxidos metálicos (óxidos de ferro, alumínio e magnésio), que são a principal causa da alteração cromática dental<sup>18</sup>.

No entanto, o óxido de bismuto utilizado como radiopacificador do MTA branco tem sido sugerido como a causa da alteração cromática dentária<sup>19</sup>.

Frente às melhores evidências existentes até o momento o MTA repair HP branco se apresenta como melhor cimento reparador para utilização em endodontia, devido a sua fácil manipulação e por reduzir o escurecimento da gengiva e dente, porém são necessários futuros estudos com metodologia adequada e acompanhamento clínico para elucidação dessa questão.

## CONCLUSÃO

Comprovou-se que o MTA ainda é o material de escolha para aplicações clínicas, onde temos contato direto com tecidos parodontodônticos, tendo excelente resultados nas aplicações clínicas, através de seu aperfeiçoamento de fórmula com o passar dos anos, temos um material de fácil manipulação e aplicação. As evidências científicas sobre seu uso e a vasta literatura sobre o mesmo o coloca como material de escolha.

## REFERÊNCIAS

1. Tawil PZ, Trope M, Curran AE, Caplan DJ, Kirakozova A, Duggan DJ, et al. Periapical microsurgery: an in vivo evaluation of endodontic root-end filling materials. *J Endod.* 2009;35(3):357-62.
2. Tawil PZ, Duggan DJ, Galicia JC. Mineral trioxide aggregate (MTA): its history, composition, and clinical applications. *Compend Contin Educ Dent.* 2015;36(4):247-52.
3. Islam I, Chng HK, Yap AU. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and portland cement. *J Endod.* 2006;32(3):193-7.

4. Nash KD, Brown LJ, Hicks ML. Private practicing endodontists: production of endodontic services and implications for workforce policy. *J Endod.* 2002;28(10):699-705.
5. Roberts HW, Toth JM, Berzins DW, Charlton DG. Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. *Dent Mater.* 2008;24(2):149-64.
6. Tawil PZ, Duggan DJ, Galicia JC. Mineral trioxide aggregate (MTA): its history, composition, and clinical applications. *Compend Contin Educ Dent.* 2015;36(4):247-64.
7. Guimarães BM, Prati C, Duarte MAH, Bramante CM, Gandolfi MG. Physicochemical properties of calcium silicate-based formulations MTA Repair HP and MTA Vitalcem. *J Appl Oral Sci.* 2018;26:e2017115.
8. Rao A, Rao A, Shenoy R. Mineral trioxide aggregate - a review. *J Clin Pediatr Dent.* 2009;34(1):1-7.
9. Roberts HW, Toth JM, Berzins DW, Charlton DG. Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. *Dent Mater.* 2008;24(2):149-64.
10. Bula MTA Angelus [Internet]. [cited 2021 Aug 12]. Available from: [http://angelusdental.com/img/arquivos/bula\\_mta\\_angelus.pdf](http://angelusdental.com/img/arquivos/bula_mta_angelus.pdf)
11. Dammaschke T, Gerth HUV, Züchner H, Schaffer E. Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. *Dent Mater* 2005;21(8):731-8.
12. Oliveira IR, Pandolfelli VC. Propriedades e bioatividade de um cimento endodôntico à base de alumínio de cálcio. *Cerâmica.* 2011;57(343):364-70.
13. Costa BC, Campos CN, Duarte MAH, Chaves MGAM, GrizzoLT, Tanomaru Filho M. Análise físico-química do MTA e do cimento Portland associado a quatro diferentes radiopacificadores. *Rev Odontol UNESP.* 2014;43(4):228-35.
14. Leonardo MR, Leonardo RT. Endodontia: conceitos biológicos e recursos tecnológicos. São Paulo: Artes Médicas; 2009.
15. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part III: clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod.* 2010;36(3):400-13.
16. Oliveira IR, Pandolfelli VC. Castable matrix, additives and their role on hydraulic binder hydration. *Ceram Int.* 2009;35(4):1453-60.
17. Sarzeda GDR, Bahia MS, Doriguêto PVT, Devito KL, Leite APP. Análise da composição química dos cimentos MTA Angelus® branco, cinza e HP Repair® através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) acoplada a espectrômetro de energia dispersiva (EDS). *Rev Odontol UNESP.* 2019;48:e20190093.
18. Hwang YC, Lee SH, Hwang IN, Kang IC, Kim MS, Kim SH, et al. Chemical composition, radiopacity, and biocompatibility of Portland cement with bismuth oxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;107(3):e96-102.
19. Steffen R, van Waes H. Understanding mineral trioxide aggregate/Portland-cement: a review of literature and background factors. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2009;10(2):93-7.