

## O uso do Agregado Trióxido Mineral (MTA) nas perfurações radiculares

The use of Mineral Trioxide Aggregate (MTA) in root perforations

El uso de Agregado de Trióxido Mineral (MTA) en perforaciones de raíz

Recebido: 18/02/2025 | Revisado: 24/02/2025 | Aceitado: 24/02/2025 | Publicado: 26/02/2025

**Karyna Malosto de Oliveira Valente**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2493-0216>

Centro Universitário de Viçosa, Brasil

E-mail: [kakamalosto@gmail.com](mailto:kakamalosto@gmail.com)

**Mônica Parentoni Passos**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3385-0043>

Centro Universitário de Viçosa, Brasil

E-mail: [monicaparentoni@univicosacom.br](mailto:monicaparentoni@univicosacom.br)

### Resumo

O Agregado Trióxido Mineral (MTA) destacou-se como um material de escolha no tratamento de perfurações radiculares, devido às suas propriedades biocompatíveis e capacidade de promover a regeneração dos tecidos selecionados. Seu campo de uso foi aprimorado com novos estudos, pesquisas e debates. Ao se investigar a eficácia do MTA e suas alternativas em perfurações radiculares, aumenta-se o suporte teórico, o que faz aprimorar as práticas endodônticas. O objetivo deste trabalho foi analisar o uso do MTA, na literatura disponível, em casos de perfurações radiculares. Esta pesquisa utilizou uma revisão da literatura, em bases de dados como PubMed, Scielo e Google Scholar, abrangendo artigos publicados entre janeiro de 2014 e dezembro de 2024. O MTA apresentou altas taxas de sucesso no selamento de perfurações radiculares, além de promover uma colocação adequada e minimizar o risco de contaminação bacteriana. A sua capacidade de induzir a formação de tecido mineralizado e estimular o reforço dos tecidos perirradiculares foi amplamente confirmada em estudos clínicos e experimentais. O MTA demonstrou excelente biocompatibilidade, pois reduz a inflamação local e favorece a recuperação do periodonto em torno da área da perfuração. Sua utilização também mostrou-se eficaz em diferentes tipos de perfurações, sejam elas pequenas ou grandes, tanto em tratamentos convencionais quanto em situações mais complexas, como perfurações de grandes dimensões. Desta forma, conclui-se que a literatura científica reforça a relevância do MTA como um material de excelência no tratamento de perfurações radiculares, contribuindo para a evolução das práticas endodônticas e aprimoramento dos resultados clínicos.

**Palavras-chave:** MTA; Perfurações radiculares; Endodontia; Tratamento endodôntico.

### Abstract

Mineral Trioxide Aggregate (MTA) has emerged as a material of choice in the treatment of root perforations, owing to its biocompatible properties and ability to promote the regeneration of selected tissues. Its field of use has been enhanced by new studies, research, and discussions. By investigating the efficacy of MTA and its alternatives in root perforations, the theoretical support is strengthened, thereby improving endodontic practices. The aim of this study was to analyze the use of MTA in the available literature concerning cases of root perforations. This research utilized a literature review across databases such as PubMed, Scielo, and Google Scholar, covering articles published between January 2014 and December 2024. MTA demonstrated high success rates in sealing root perforations, in addition to promoting proper placement and minimizing the risk of bacterial contamination. Its capacity to induce the formation of mineralized tissue and stimulate the reinforcement of periradicular tissues has been widely confirmed in clinical and experimental studies. MTA demonstrated excellent biocompatibility, as it reduces local inflammation and supports the recovery of the periodontium around the perforation area. Its use has also been effective in various types of perforations, whether small or large, in both conventional treatments and more complex situations, such as large perforations. Thus, it is concluded that the scientific literature reinforces the significance of MTA as an excellent material in the treatment of root perforations, contributing to the evolution of endodontic practices and the improvement of clinical outcomes.

**Keywords:** MTA; Root perforations; Endodontics; Endodontic treatment.

### Resumen

El Agregado Trióxido Mineral (MTA) se ha destacado como un material de elección en el tratamiento de perforaciones radiculares, debido a sus propiedades biocompatibles y su capacidad para promover la regeneración de los tejidos seleccionados. Su campo de uso se ha ampliado con nuevos estudios, investigaciones y debates. Al investigar la eficacia del MTA y sus alternativas en perforaciones radiculares, se aumenta el soporte teórico, mejorando así las prácticas endodônticas. El objetivo de este trabajo fue analizar el uso del MTA en la literatura disponible sobre casos de

perforaciones radiculares. Esta investigación utilizó una revisión de la literatura en bases de datos como PubMed, Scielo y Google Scholar, abarcando artículos publicados entre enero de 2014 y diciembre de 2024. El MTA presentó altas tasas de éxito en el sellado de perforaciones radiculares, además de promover una colocación adecuada y minimizar el riesgo de contaminación bacteriana. Su capacidad para inducir la formación de tejido mineralizado y estimular el refuerzo de los tejidos perirradiculares ha sido ampliamente confirmada en estudios clínicos y experimentales. El MTA demostró excelente biocompatibilidad, ya que reduce la inflamación local y favorece la recuperación del periodonto alrededor de la zona de la perforación. Su utilización también ha mostrado ser efectiva en diferentes tipos de perforaciones, ya sean pequeñas o grandes, tanto en tratamientos convencionales como en situaciones más complejas, como perforaciones de grandes dimensiones. De esta forma, se concluye que la literatura científica refuerza la relevancia del MTA como un material de excelencia en el tratamiento de perforaciones radiculares, contribuyendo a la evolución de las prácticas endodónticas y al mejoramiento de los resultados clínicos.

**Palabras clave:** MTA; Perforaciones radiculares; Endodoncia; Tratamiento endodóntico.

## 1. Introdução

A perfuração radicular é uma das complicações mais desafiadoras no campo da endodontia, ocorrendo frequentemente durante a instrumentação do canal radicular. Essas perfurações, se não forem reparadas, podem comprometer o sucesso do tratamento endodôntico e levar à perda do dente afetado. Dentre as abordagens de reparo, o uso do Agregado Trióxido Mineral (MTA) tem ganhado destaque por suas propriedades de biocompatibilidade, capacidade de selamento e potencial de regeneração tecidual. No entanto, apesar dos seus benefícios aparentes, persistem dúvidas sobre a sua eficácia a longo prazo, os melhores métodos de aplicação e as suas limitações em determinados cenários clínicos (Bampa et al., 2015).

A perfuração radicular pode ocorrer tanto como resultado de fatores iatrogênicos, durante procedimentos endodônticos, quanto a processos patológicos, como reabsorções inflamatórias. Independentemente da causa, essa complicação representa um grande desafio clínico, pois a comunicação direta entre o sistema de canais radiculares e os tecidos periodontais pode levar à infecção, inflamação e, em casos mais graves, à perda do dente (Caiño & Vásquez, 2021).

O Agregado Trióxido Mineral, surgiu em 1993 na universidade de Loma Linda (EUA), pelo Prof. Mahmoud Torabinejad, para selar áreas de comunicação do dente, do interior com o periodonto, podendo ser aplicado em áreas úmidas sem perder as propriedades. É indicado nas perfurações radiculares, capeamento pulpar, furca, retrobturações, fratura radicular e apesificações, ou como material restaurador temporário, fraturas radiculares verticais ou obturador do sistema de canais radiculares. Na endodontia, o material é ideal para diferentes procedimentos odontológicos (Dal Canton & Costa, 2023).

Nos últimos anos, novas pesquisas têm buscado melhorar o uso do MTA, a fim de investigar tanto suas propriedades físicas e químicas quanto suas interações biológicas. A partir dessa base crescente de conhecimento, surgem questionamentos sobre a adequação do material em diferentes tipos de perfurações e em variados cenários clínicos. Além disso, há uma demanda por alternativas ao MTA que possam oferecer vantagens específicas, como manipulação mais fácil, tempos de presa mais curtos e custos reduzidos (Tavsan & Simsek, 2021). Assim, é fundamental que os profissionais da endodontia estejam atualizados sobre as evidências científicas que embasam o uso do MTA, para promover o sucesso a longo prazo do tratamento endodôntico, em casos de lesão radicular (Cosme-Silva et al., 2016).

Seu campo de uso será aprimorado com novos estudos, pesquisas e debates. Ao se investigar a eficácia do MTA e suas alternativas em perfurações radiculares, aumenta-se o suporte teórico, o que contribui para o conhecimento e práticas endodônticas resulta em melhores resultados nos tratamentos (Brito-Júnior et al., 2019).

O objetivo geral deste trabalho foi de analisar o uso do MTA, na literatura atual, em casos de perfurações radiculares.

## 2. Metodologia

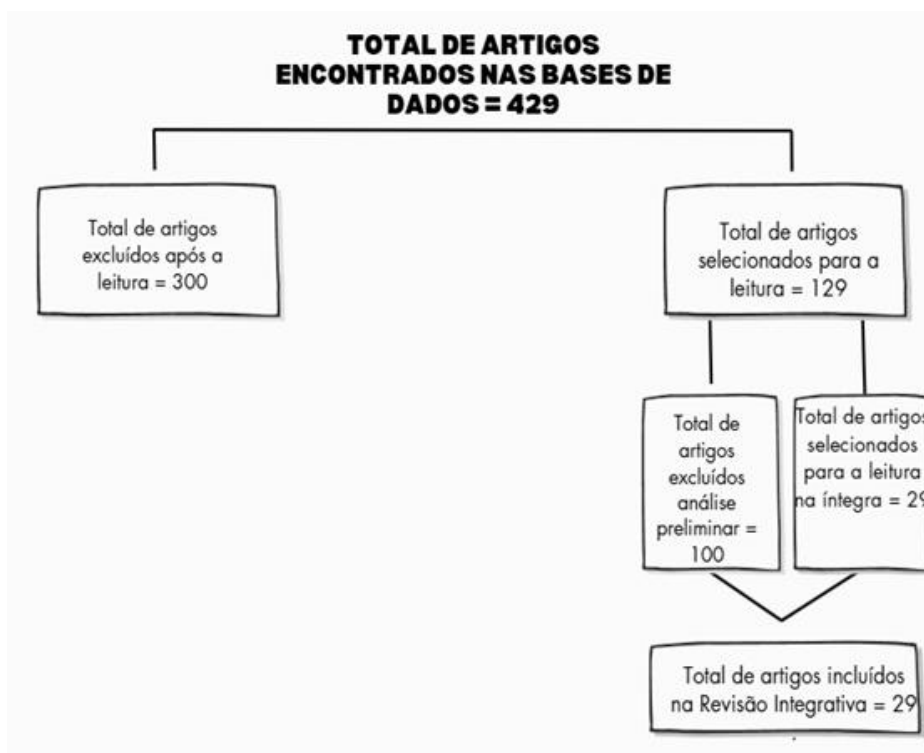
Esta pesquisa é de natureza quantitativa em relação à quantidade de artigos selecionados e qualitativa em relação à discussão realizada (Pereira et al., 2018). Ela utilizou-se de uma revisão da literatura integrativa (Crossetti, 2012), que é uma

metodologia adequada para uma análise abrangente, que sintetiza o conhecimento sobre o tema, através de análise e interpretação de estudos independentes. O processo metodológico seguiu etapas organizadas, incluindo: a formulação de uma pergunta central de pesquisa, a seleção e coleta de artigos com base em critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos, a avaliação crítica dos estudos selecionados, seguida pela análise e interpretação dos dados, culminando na síntese e apresentação dos resultados da revisão.

As questões que orientaram esta revisão foram: Quais são as evidências científicas mais recentes sobre a eficácia do MTA em perfurações radiculares? Quais são as técnicas de aplicação, fatores clínicos e alternativas possíveis ao seu uso? A pesquisa ocorreu em bases de dados como PubMed, Scielo e Google Scholar, abrangendo artigos publicados entre janeiro de 2014 e dezembro de 2024, nos idiomas português, inglês e espanhol. As palavras-chave utilizadas incluíram “MTA”, “perfurações radiculares”, “endodontia” e “tratamento endodôntico”, combinadas com o operador booleano “AND”.

Os critérios de inclusão selecionaram estudos que discutiram o uso do MTA em reparos de perfurações radiculares, especialmente aqueles que abordaram técnicas de aplicação, fatores clínicos que influenciam os resultados e comparações com outros materiais. Artigos irrelevantes para o tema, publicações não disponíveis integralmente e estudos fora do escopo temporal e linguístico foram excluídos. Após a seleção dos estudos, a análise considerou variáveis como título, ano de publicação, objetivos, metodologia, amostra e principais achados. Dos 129 artigos encontrados, 29 foram selecionados através de análise crítica, realizada de forma detalhada, interpretando os resultados com foco na prática clínica (Figura 1).

**Figura 1** – Processo de seleção amostral nas bases de dados.



Fonte: Dados da pesquisa.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Agregado Trióxido Mineral (MTA) características e composição

O agregado de trióxido mineral (MTA) foi inicialmente desenvolvido na Universidade de Loma Linda, pelo Prof. Mahmoud Torabinejad, com o objetivo de melhorar os tratamentos endodônticos, especialmente em casos de obturação de

extremidades radiculares. Ele foi patenteado e aprovado pela FDA nos Estados Unidos, sendo comercializado como ProRoot MTA®, em 1999 (Dentsply Tulsa Dental, Oklahoma, USA). Inicialmente, uma versão cinza foi criada, e posteriormente uma versão branca foi disponibilizada, com alterações em sua composição para reduzir a presença de compostos de ferro, o que melhora suas propriedades relacionadas e reduz o manchamento associada ao material (Cervino et al., 2020).

O MTA é composto principalmente por silicato tricálcico, aluminato tricálcico e óxidos de cálcio e silicato. Ao ser hidratado, o pó se transforma em um gel coloidal que resiste a dissolução em meio húmido, e forma uma estrutura dura. A resistência do MTA resulta de um pH elevado (aproximadamente 12,5), que favorece a formação de cristais de hidroxiapatita, benéficos para a bioatividade do material. Sua capacidade de formar essa camada semelhante à apatita em contato com fluidos fisiológicos, com o sangue é uma das principais razões de sua popularidade como material odontológico bioativo (Kadali et al., 2020).

Entre as aplicações clínicas do MTA estão a obturação de extremidades radiculares, reparo de perfurações, terapia de polpa vital e formação de barreiras apicais em dentes com ápices abertos. Apesar de sua eficácia e ampla aplicabilidade, o MTA apresenta desvantagens como o longo tempo de presa e custo. Estudos recentes destacam que a presença de elementos tóxicos no MTA, como certos óxidos metálicos, pode ser uma preocupação, especialmente com relação à biocompatibilidade a longo prazo. No entanto, continua sendo uma das opções mais eficazes para procedimentos endodônticos, devido à sua boa propriedade de colocação, estabilidade dimensional e resistência à umidade, além de suas propriedades antimicrobianas (Cervino et al., 2020).

### **3.2 Fatores Clínicos importantes: Local da Perfuração, Tempo de Intervenção e características do paciente**

O Agregado Trióxido Mineral (MTA) tem sido amplamente estudado em odontologia devido à sua eficácia em reparos de perfuração. Fatores como o local da perfuração, o tempo para intervenção e as características do paciente são determinantes para o sucesso clínico do material (Kadali et al., 2020).

O local da perfuração influencia diretamente o resultado do tratamento. Perfurações em áreas complexas, como regiões de bifurcação ou trifurcação de raízes, apresentam maior desafio devido à maior probabilidade de contaminação bacteriana e perda óssea. Esses locais exigem um isolamento eficaz com materiais biocompatíveis, como o MTA, para evitar complicações, como abscessos ou perda da integridade do dente (Marques et al., 2021).

Outro fator crítico é o tempo de intervenção. Quanto mais cedo o reparo é realizado, melhores são os resultados clínicos. Estudos de Abdelmotelb et al. (2020) apontam que as intervenções realizadas dentro de 24 horas apresentam melhores resultados em termos de preservação da estrutura dentária e prevenção de infecções, enquanto atrasos no tratamento aumentam o risco de complicações, como infecções periapicais.

Além disso, as características individuais do paciente, como a idade, o estado geral de saúde e a condição da saúde bucal, também desempenham um papel importante. Pacientes mais jovens tendem a ter melhor capacidade de regeneração e, conseqüentemente, melhor prognóstico em tratamentos com MTA. No entanto, pacientes com doenças sistêmicas ou condições bucais adversas, como inflamação gengival ou cáries profundas, podem apresentar resultados menos previsíveis, conforme observado por Aldayari et al. (2019). Pacientes com saúde bucal comprometidos podem ter um risco maior de falha no tratamento devido à dificuldade em manter o ambiente estéril durante o processo de cicatrização.

Esses fatores demonstram que o sucesso do MTA está fortemente relacionado à avaliação criteriosa do caso, à intervenção oportuna e às condições específicas do paciente. As propriedades bioativas do MTA, como sua capacidade de promover a formação de cristais de hidroxiapatita quando em contato com fluidos fisiológicos, continuam a ser uma das principais razões para sua popularidade e eficácia clínica (Marques et al., 2021).

O Agregado Trióxido Mineral (MTA) é amplamente reconhecido como um dos materiais de escolha para o tratamento de perfurações radiculares em endodontia, devido às suas propriedades únicas de biocompatibilidade e capacidade de promover

a regeneração tecidual. O uso do MTA é eficaz em perfurações e promove a formação de uma nova camada de cimento, essencial para a reintegração do ligamento periodontal (Dentistry Today, 2024).

### 3.3 Indicações e técnicas de aplicação do MTA

As técnicas de aplicação do Agregado Trióxido Mineral (MTA) em casos de perfurações radiculares são mostradas eficazmente devido às propriedades únicas deste material, como sua capacidade de induzir a regeneração tecidual, além de não ser afetado pela presença de umidade ou sangue durante a aplicação, o que é crucial em áreas de perfuração. O MTA também promove a formação do cimento, permitindo a fixação normal do ligamento periodontal, tornando-o uma escolha preferida para perfurações radiculares (Kadali et al., 2020).

Em termos de procedimento, o tratamento começa com o isolamento do campo operatório, seguido da limpeza do local da perfuração. Caso haja contaminação bacteriana, é recomendado o uso de hidróxido de cálcio antes da aplicação do MTA. Após a colocação de 2 a 3 mm de MTA, uma radiografia é realizada para verificar o posicionamento correto, e o material é deixado em contato com uma pequena bola de algodão umedecida para auxiliar na sua cura (Dentistry Today, 2024).

Após a aplicação de 2 a 3 mm de MTA, a radiografia é utilizada para garantir o posicionamento adequado do material. Em seguida, o MTA é acomodado com um algodão umedecido para favorecer sua hidratação e resistência. Este material apresenta um tempo de presa mais longo comparado a outros materiais endodônticos, mas suas propriedades hidrofílicas são ideais em casos em que há umidade ou sangramento no local da lesão, tornando-o superior a outros materiais em situações clínicas complexas. Além disso, as características bioativas do MTA, como a capacidade de formar hidroxiapatita em contato com fluidos corporais, promovem a regeneração óssea e dentinária (Springer, 2024).

O sucesso do tratamento com MTA é avaliado pela ausência de sintomas pós-operatórios, como dor à palpação ou mobilidade excessiva, e pela manutenção da integridade radiográfica ao redor da área tratada, sem presença de radiolucência. Estudos recentes demonstram que o MTA continua a ser um dos materiais mais recomendados em tratamentos de perfuração devido à sua capacidade de isolamento superior e suas propriedades antibacterianas quando comparado a outros materiais disponíveis, como o Biodentine (Han et al., 2023).

Essas características fazem com que o MTA seja amplamente utilizado não apenas em perfurações radiculares, mas também em outros procedimentos endodônticos complexos, como a obturação de canais radiculares e a formação de barreiras apicais em dentes com ápices abertos. O material, apesar de seu custo mais elevado e tempo de presa prolongado, oferece uma solução segura e eficaz para a regeneração e cicatrização de tecidos ocultos (Ali; Arslan, 2021).

A técnica requer acompanhamento clínico para verificar a ausência de sintomas, como dor espontânea ou ao toque, e a integridade funcional do dente tratado. A cicatrização adequada é avaliada com base na ausência de radiolucência adjacente à espessura e na espessura normal do ligamento periodontal ao redor do material obturador (Kadali et al., 2020).

Estudos recentes também compararam o MTA com outros materiais endodônticos, como Biodentine e iRoot BP Plus, destacando a eficácia do MTA em proporcionar estimulação superior e estimular a regeneração tecidual (Springer, 2024). Esses fatores tornam o MTA uma escolha altamente confiável para o tratamento de perfurações radiculares, especialmente quando a manutenção do dente e a regeneração tecidual são prioridades.

### 3.4 Materiais Alternativos ao MTA / Benefícios e Limitações

Nos últimos anos, o Agregado Trióxido Mineral (MTA) tem sido amplamente utilizado na endodontia devido às suas excelentes propriedades biológicas e de colocação. No entanto, devido a algumas limitações, como o longo tempo de presa, alto custo e potencial de descoloração, surgiram materiais alternativos ao MTA, trazendo benefícios e prejuízos específicos. Entre esses materiais, destacam-se o Biodentine, o EndoSequence Root Repair Material (ERRM) e a mistura enriquecida com cálcio

(CEM) (Kadali et al., 2020).

O Biodentine, desenvolvido como uma alternativa ao MTA, compartilha muitas características semelhantes, incluindo biocompatibilidade e capacidade de induzir a formação de tecido duro. No entanto, sua principal vantagem sobre o MTA é o tempo de presa mais rápido, tornando-o mais conveniente em casos clínicos urgentes. De acordo com Han et al. (2023), o Biodentine mostrou um desempenho semelhante ao MTA nos casos de perfuração radiculares e na formação de barreira apical, além de possuir menor potencial de descoloração, o que o torna uma escolha estética melhor para os dentes anteriores. Entretanto, uma limitação importante do Biodentine é sua fragilidade comparada ao MTA, o que pode comprometer a resistência mecânica do material ao longo do tempo.

Outro material alternativo ao MTA é o EndoSequence Root Repair Material (ERRM), que é um cimento à base de silicato de cálcio. Segundo Lee et al. (2022), o ERRM apresenta boas propriedades de colocação e biocompatibilidade, além de ser de fácil instalação, pois é pré-misturado e pronto para uso, eliminando a necessidade de manipulação no consultório. O ERRM também tem uma ocorrência semelhante ao MTA em termos de formação de hidroxiapatita e bioatividade. Contudo, um estudo conduzido por Wang et al. (2023) mostraram que o ERRM pode não ser tão eficiente em termos de resistência ao desgaste em comparação com o MTA em longo prazo, o que pode ser uma limitação em determinadas situações clínicas.

Por fim, o CEM (mistura enriquecida com cálcio) é outra promessa substituta para o MTA, desenvolvido inicialmente no Irã. Ele apresenta propriedades bioativas e antibacterianas semelhantes às do MTA, mas seu custo é relativamente mais baixo, o que o torna uma opção atraente para países em desenvolvimento ou em situações de limitação de recursos financeiros (Asgary et al., 2020). Além disso, o CEM possui menor tempo de presa que o MTA e é menos suscetível à descoloração. No entanto, ainda existem poucas pesquisas comparativas sobre sua durabilidade e desempenho em longo prazo em relação ao MTA e outros materiais, o que levanta dúvidas sobre sua confiabilidade em tratamentos mais complexos (Torabinejad et al., 2021).

Portanto, embora o MTA continue a ser amplamente utilizado devido à sua eficácia e segurança comprovada, materiais alternativos, como o Biodentine, ERRM e CEM, oferecem benefícios em termos de tempo de presa, estética e custo. No entanto, cada material possui suas próprias especificações, sendo essencial que o clínico selecione o material mais adequado com base nas necessidades específicas do paciente e na situação clínica (Kadali et al., 2020).

#### 4. Conclusão

Conclui-se que o uso do Agregado Trióxido Mineral (MTA) desempenha um papel fundamental no tratamento de perfurações radiculares, sendo amplamente respaldado pela literatura atual como um material eficaz devido às suas propriedades biocompatíveis e capacidade de selamento. Uma análise dos fatores clínicos, como localização do detalhe, tempo de intervenção e características individuais do paciente, destacou a importância de um diagnóstico precoce e de abordagens personalizadas para aumentar o sucesso terapêutico.

Além disso, a revisão de técnicas de aplicação do MTA permitiu identificar métodos que maximizam seu desempenho clínico, enquanto a exploração de alternativas ao MTA contribuiu para a compreensão de opções viáveis em situações específicas, considerando suas vantagens e limitações.

Desta forma, conclui-se que a literatura científica reforça a relevância do MTA como um material de excelência no tratamento de perfurações radiculares, contribuindo para a evolução das práticas endodônticas e aprimoramento dos resultados clínicos.

#### Referências

Ali, A. & Arslan, H. (2021). Effectiveness of the static-guided endodontic technique for accessing the root canal through MTA and its effect on fracture strength. *Clinical Oral Investigations*. 25, 1989-95.



- Asgary, S., Eshaghi, N. & Siva, K. (2020). Estudo comparativo entre mistura enriquecida com cálcio e agregado de trióxido mineral em obturação de ápice radicular. *Journal of Clinical Dentistry*. 32(2), 112-118. <https://jcd.org/articles/2020/32/2/112>.
- Bampa, J. U. et al. (2015). Analysis of the sealing ability of Portland cement and mineral trioxide aggregate in molars furcation perforations. *Revista Odontológica*. 30(3), 85-90.
- Brito-Jr., M. et al. (2019). Polymicrobial Leakage and Retention of MTA and Portland Cement in a Model of Apexification. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*. 19, e4435.
- Caiño, K. A. F. & Vásquez, X. E. E. (2021). Endodoncia guiada como alternativa para el manejo de dientes con conductos radiculares calcificados: Una revisión integrativa de la literatura. *Research, Society and Development*. 10(9), e11010918039-e11010918039.
- Cervino, G. et al. (2020). Mineral trioxide aggregate applications in endodontics: A review. *European journal of dentistry*. 14(4), 683-91.
- Cosme-Silva, L. et al. (2016). Radicular perforation repair with mineral trioxide aggregate: a case report with 10-year follow-up. *The open dentistry journal*. 10, 733. Crossetti, M. G. M. (2012). Revisión integradora de la investigación en enfermería el rigor científico que se le exige. *Rev. Gaúcha Enferm*. 33(2): 8-9.
- Dal Canton, S. S. U. & Costa, M. G. (2023). O Uso Do Agregado Trióxido Mineral (Mta) Na Endodontia–Revisão De Literatura. *Revista de Ciências da Saúde-REVIVA*. 2(1), 2023.
- Dentistry today. (2024). O uso de agregado de trióxido mineral em endodontia clínica e cirúrgica. <https://www.dentistrytoday.com/the-use-of-mineral-trioxide-aggregate-in-clinical-and-surgical-endodontics/>.
- Han, S., Lee, J. & Kim, M, Y. (2023). Estudo comparativo sobre capacidade de selamento e citotoxicidade de MTA e Biodentine no reparo de perfuração radicular. *Journal of Endodontics*. 49(1), 45-52. [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(22\)00088-2/fulltext](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(22)00088-2/fulltext).
- Kadali, N. et al. (2020). Mineral Trioxide Aggregate: An overview of composition, properties and clinical applications. *Int. J. Dent. Mater*. 2, 11-8.
- Lee, C. & Woo, Y. (2022). Performance of EndoSequence Root Repair Material versus MTA in Surgical Endodontics. *International Journal of Dentistry*. 35(5), 78-85. <https://intjdentistry.org/articles/2022/35/5/78>.
- Marques, S. et al. (2021). Sucesso e fracasso clínico do MTA no reparo de perfuração. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2021.
- Moazami, F. et al. (2014). The long-term effect of calcium hydroxide, calcium-enriched mixture cement and mineral trioxide aggregate on dentin strength. *Iranian endodontic journal*. 9(3), 185. Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free e-book]. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/UFSM.
- Springer. (2024). Agregado Trióxido Mineral: Avanços Recentes em Técnicas de Aplicação. 2024. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-87654-9\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-87654-9_10).
- Tavsan, O. & Simsek, N. (2021). The effects of root canal perforation repair materials on the bond strength of fiber posts. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*. 19, 22808000211027050.
- Torabinejad, M. & Chivian, N. (2021). Mineral Trioxide Aggregate: Comprehensive Review of Its Properties and Clinical Applications. *Endodontic Topics*. 18(3), 74-89. <https://endodontictopics.org/articles/2021/18/3/74>.
- Wang, L. & Ma, Y. (2023). Avaliação clínica da capacidade de selamento de MTA e ERRM em perfurações de canal radicular. *Journal of Applied Oral Science*, 31(1), 59-67. [https://www.journaloralscience.com/articles/2023/31/1/59\\_9](https://www.journaloralscience.com/articles/2023/31/1/59_9).