

## **MTA no tratamento de perfuração de furca em molar superior sob microscopia operatória: relato de caso**

**MTA in the treatment of furcation perforation in upper molar under operative microscopy: case report**

**MTA en el tratamiento de perforación de furca en molares superiores bajo microscopia operatoria: reporte de caso**

Recebido: 25/03/2022 | Revisado: 31/03/2022 | Aceito: 01/04/2022 | Publicado: 08/04/2022

### **Isabella Figueiredo Assis Macedo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9891-5935>  
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil  
E-mail: macedo.i@hotmail.com

### **Marcella Mattos Duarte**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5764-5024>  
Faculdade São Leopoldo Mandic, Brasil  
E-mail: marcella.dte@gmail.com

### **Hebertt Gonzaga dos Santos Chaves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8611-3070>  
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil  
E-mail: heberttchaves\_@hotmail.com

### **Barbara Figueiredo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8737-021X>  
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil  
E-mail: barbarafig.m@gmail.com

### **Ana Carolina Trindade Valadares**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8131-1796>  
Faculdade São Leopoldo Mandic, Brasil  
E-mail: anacaroltvaladares@gmail.com

### **Ana Cecília Diniz Viana**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5987-0540>  
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil  
E-mail: acdviana@ufmg.br

### **Christiane Valente Araújo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7651-8859>  
Faculdade São Leopoldo Mandic, Brasil  
E-mail: cvaendo@gmail.com

### **Resumo**

Durante procedimentos endodônticos, a ocorrência de iatrogenias pode comprometer o sucesso do tratamento e saber conduzi-las é essencial para um desfecho favorável. A perfuração endodôntica é uma comunicação, iatrogênica ou patológica, entre o espaço pulpar e a superfície externa do dente. O material mais indicado para o selamento de perfurações é o Agregado Trióxido Mineral (MTA), biocerâmico com capacidade de indução da formação de tecido mineralizado. O uso de lupas ou do microscópio operatório é uma importante ferramenta na condução de casos complexos, por possibilitar magnificação e iluminação do campo operatório. O objetivo deste trabalho é relatar um caso de paciente submetido ao tratamento endodôntico e vedamento de perfuração em furca, com o auxílio de microscopia operatória, evidenciando o uso do MTA. O paciente foi encaminhado à Faculdade São Leopoldo Mandic, para tratamento endodôntico do dente 26, que incluía vedamento de perfuração e localização do canal méso-vestibular. O preparo químico-mecânico dos canais radiculares foi realizado com instrumentos ProDesign Logic, gel de clorexidina 2%, e água destilada como irrigante. O selamento da perfuração foi realizado com MTA Angelus. Após um período de três meses, o paciente encontrava-se assintomático. Concluiu-se que o tratamento foi finalizado satisfatoriamente, tendo-se em vista a complexidade do caso, influenciada pela idade do paciente, pelos difíceis acesso e visualização direta do dente e pela presença de complicações. A utilização do microscópio operatório na condução do procedimento forneceu ampliação e iluminação ao campo, necessários para a detecção do canal méso-vestibular e para maior exatidão na aplicação do material reparador.

**Palavras-chave:** Endodontia; Tratamento do canal radicular; Preparo de canal radicular; Ensino.

### Abstract

During endodontic procedures, the occurrence of iatrogenesis can compromise the success of the treatment and knowing how to conduct them is essential for a favorable outcome. Endodontic perforation is a communication between the pulp space and the external surface of the tooth. The most suitable material for sealing perforations is Mineral Trioxide Aggregate (MTA), a bioceramic capable of inducing the formation of mineralized tissue. The use of loupes or operating microscope is an important tool in the management of complex cases, as it allows magnification and illumination of the operating field. The objective of this study is to report a case of a patient submitted to endodontic treatment and sealing of furcation perforation, with the aid of operative microscopy, evidencing the use of MTA. The patient was referred to Faculdade São Leopoldo Mandic for endodontic treatment of tooth 26, which included sealing a perforation and locating the mesiobuccal canal. Chemical-mechanical preparation of root canals was performed with ProDesign Logic instruments, 2% chlorhexidine gel, and distilled water as irrigant. The sealing of the perforation was performed with MTA Angelus. After a period of three months, the patient remained asymptomatic. It was concluded that the treatment was satisfactorily completed, considering the complexity of the case, influenced by patient's age, the difficult access and direct visualization of the tooth and the presence of complications. The use of an operating microscope provided field magnification and illumination, necessary for the detection of the mesiobuccal canal and greater accuracy in the application of the repair material.

**Keywords:** Endodontics; Root canal therapy; Root canal preparation; Teaching.

### Resumen

Durante los procedimientos de endodoncia, la aparición de trastornos iatrogénicos puede comprometer el éxito del tratamiento y saber cómo conducirlos es fundamental para un resultado favorable. La perforación endodóntica es una comunicación entre el espacio pulpar y la superficie externa del diente. El material más adecuado para el sellado de perforaciones es el Agregado de Trióxido Mineral (MTA), una biocerámica capaz de inducir la formación de tejido mineralizado. El uso de lupas o microscopio quirúrgico es una herramienta importante en el manejo de casos complejos. El objetivo de este trabajo es reportar un caso de paciente sometido a tratamiento endodóntico y sellado de perforación en furca, con ayuda de microscopía operatoria, evidenciando el uso de MTA. El paciente fue remitido a la Faculdade São Leopoldo Mandic para tratamiento de endodoncia del diente 26, que incluyó el sellado de perforación y la localización del canal mesiovestibular. La preparación químico-mecánica de los conductos radiculares se realizó con instrumentos ProDesign Logic, gel de clorhexidina 2% y agua destilada como irrigante. El sellado de la perforación se realizó con MTA Angelus. Después de un período de tres meses, el paciente se mantuvo asintomático. Se concluyó que el tratamiento fue completado satisfactoriamente, considerando la complejidad del caso, influenciada por la edad del paciente, el difícil acceso y visualización directa del diente y la presencia de complicaciones. El uso de un microscopio operatorio proporcionó magnificación e iluminación de campo, necesarias para la detección del canal mesiobucal y mayor precisión en la aplicación del material de reparación.

**Palabras clave:** Endodoncia; Tratamiento del conducto radicular; Preparación del conducto radicular; Enseñanza.

## 1. Introdução

Complicações relacionadas ao tratamento endodôntico podem acontecer durante o diagnóstico e planejamento, acesso coronário, instrumentação, irrigação e obturação. Com o manejo adequado, muitas complicações podem ser corrigidas de maneira previsível, sem piorar, significativamente, o prognóstico do caso (Bhuva & Ikram, 2020).

A perfuração radicular é caracterizada por uma comunicação, iatrogênica ou patológica, entre o sistema de canais radiculares (SCR) e a superfície externa do dente, e pode comprometer o resultado do tratamento endodôntico (Siew et al., 2015; Estrela et al., 2018; Lagisetti et al., 2018). A Associação Americana de Endodontistas caracteriza as perfurações endodônticas como perfurações apicais, perfurações de furca e perfurações em faixa/rasgo. Perfurações de furca estão, geralmente, relacionadas a complicações durante o acesso, enquanto perfurações apicais e os rasgos ocorrem durante a instrumentação (AAE, 2020; Bhuva & Ikram, 2020).

A radiografia periapical é o método de imagem mais frequentemente indicado para diagnóstico, plano de tratamento e acompanhamento das perfurações, entretanto, pela sua limitação mais característica - a bidimensionalidade - a incorporação da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) nos procedimentos endodônticos garante novos parâmetros para auxiliar no diagnóstico e prognóstico dessas condições patológicas e iatrogênicas (Estrela et al., 2018).

O prognóstico das perfurações radiculares pode ser influenciado pelos seguintes fatores: o tempo decorrido entre a ocorrência da perfuração e seu adequado preenchimento, a extensão da lesão - uma pequena perfuração causa menos

destruição do tecido e menor resposta inflamatória – e a localização – perfurações radiculares mais apicais à região de crista óssea possuem melhor prognóstico (Estrela et al., 2018; Fuss & Trope, 1996).

O material ideal para o tratamento de perfurações endodônticas deve induzir a formação de tecido mineralizado, ser biocompatível, inabsorvível, radiopaco, bacteriostático ou bactericida e de fácil aplicação, além de vedar completamente a perfuração, impedindo a microinfiltração (Lagiseti et al., 2018).

Vários materiais dentários foram propostos ao longo dos anos para o reparo de perfurações, com vários graus de sucesso. A utilização de materiais biocerâmicos aumenta a taxa de sucesso de tais reparos, devido à sua bioatividade (Siew et al., 2015; Kakani & Veeramachaneni, 2020). O agregado trióxido mineral (MTA) é um cimento endodôntico hidrofílico e biocompatível, que estimula a cicatrização e a osteogênese. O MTA, quando colocado em contato direto com os tecidos, é capaz de liberar íons cálcio para a proliferação celular. Além disso, cria um ambiente antibacteriano devido ao seu pH alcalino, regulando a produção de citocinas. Portanto, favorece a migração e diferenciação de células produtoras de tecido mineralizado, formando hidroxiapatita na superfície do MTA e proporcionando um selamento biológico (Cervino et al., 2020).

Com base nas evidências disponíveis, uma taxa de sucesso relativamente alta (80,9%) pode ser alcançada pelo reparo não cirúrgico de perfurações radiculares quando se utiliza o MTA em seu selamento, sugerindo que é uma tentativa válida para a manutenção do dente na arcada (Siew et al., 2015; Cervino et al., 2020; Kakani & Veeramachaneni, 2020).

O uso de ampliação do campo operatório, através da microscopia operatória pode não ter efeito estatisticamente significativo no resultado do reparo da perfuração. No entanto, proporciona um campo de visão aprimorado, o que facilita o procedimento de reparo (Daoudi & Saunders, 2002).

Perfurações endodônticas acidentais são relatadas em 2-12% dos casos de tratamentos endodônticos (Tsesis et al., 2010; Krupp et al., 2013), e podem levar a implicações como a perda do elemento dentário. Saber manejar adequadamente uma perfuração radicular pode evitar tal desfecho. O objetivo deste trabalho foi relatar um caso clínico de selamento de uma perfuração em região de furca, utilizando MTA.

## 2. Metodologia

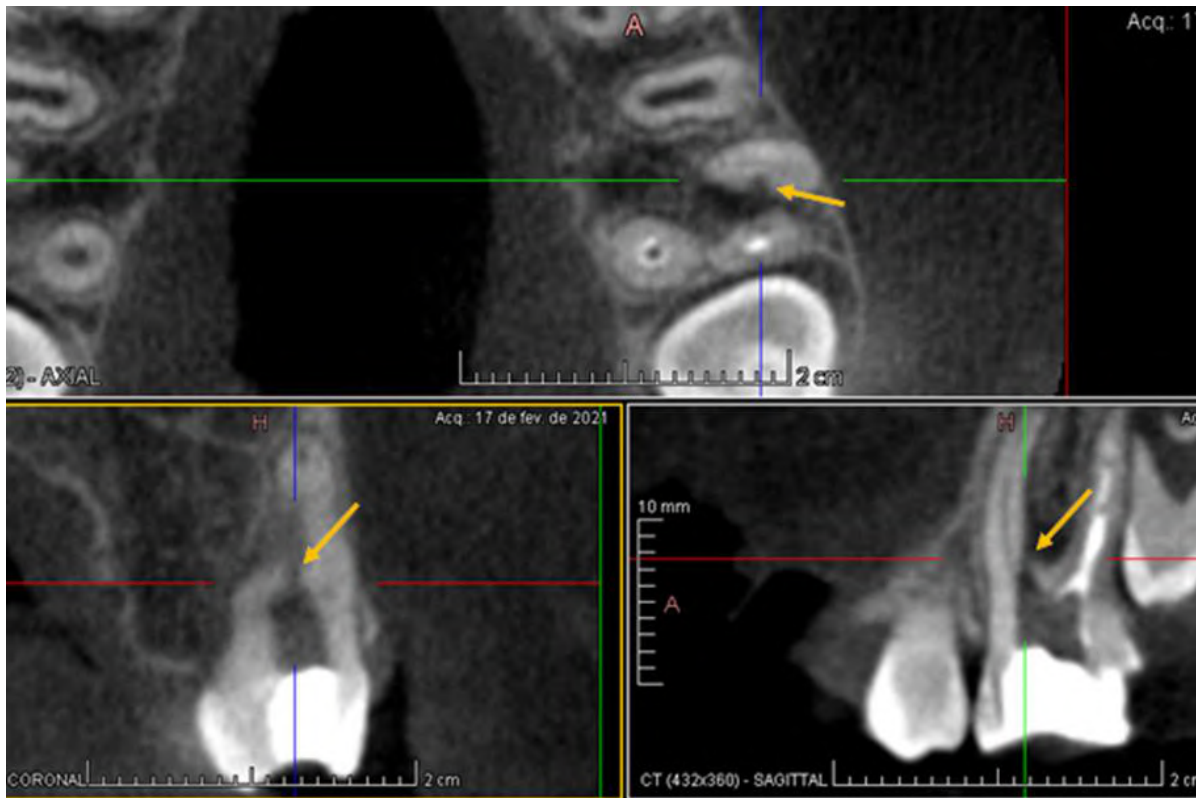
Trata-se de um estudo descritivo, do tipo relato de caso com enfoque qualitativo e exploratório (Freire & Pattussi, 2018), com a finalidade de detalhar técnicas e materiais empregados (Oliveira et al., 2015; Freire & Pattussi, 2018), para o tratamento endodôntico do dente 26 de paciente referido à Faculdade São Leopoldo Mandic, unidade Belo Horizonte, com presença de perfuração endodôntica iatrogênica e um canal radicular não localizado pelo primeiro operador.

Prezando pelos aspectos éticos e legais, o participante do estudo assinou o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), já que era indivíduo menor de idade; e sua responsável assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), ambos cientes dos benefícios e riscos da participação no estudo, liberando o uso de imagens relacionadas ao caso para fins acadêmicos. Este relato tem a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade São Leopoldo Mandic, inscrito sob o número CAAE: 46365621.8.0000.5374 e número de parecer: 4.790.880.

## 3. Relato de Caso

Paciente A.B.S.S., sexo masculino, nove anos de idade. Compareceu com sua responsável à clínica da Especialização em Endodontia da Faculdade São Leopoldo Mandic, unidade Belo Horizonte – MG, para tratamento endodôntico do dente 26. Durante a anamnese foi relatado que o paciente já havia iniciado o tratamento em um consultório particular, quando houve a perfuração do dente. O profissional solicitou exame tomográfico e encaminhou o paciente para a clínica da faculdade. A figura 1 ilustra a presença de perfuração visualizada no exame de TCFC.

**Figura 1** – Imagem tomográfica, evidenciando perfuração em assoalho pulpar, próximo à entrada do canal méso-vestibular.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Na figura acima, é possível observar imagem hipodensa, indicada pelas setas em amarelo que apontam a região de assoalho pulpar em comunicação direta com os tecidos de suporte adjacentes. A perfuração mostra-se bem evidente nos três cortes tomográficos (setas). A imagem hiperdensa nos canais disto-vestibular e palatino (cortes axial e sagital) sugere presença de medicação intracanal aplicada pelo primeiro operador.

Após cuidadosa avaliação dos exames clínico e de imagem, foi realizado o planejamento do tratamento para a terapia endodôntica e selamento da perfuração iatrogênica.

O paciente foi anestesiado com um tubete de Alphacaine 100 (DFL, Rio de Janeiro, Brasil). O selamento coronário foi removido. Sob microscopia óptica, em um aumento de 8x, foi observada uma perfuração em região de furca, próximo à raiz méso-vestibular (MV). O canal MV não foi localizado, sugerindo que a perfuração ocorreu na tentativa de encontrá-lo.

Optou-se pelo preparo químico-mecânico (PQM) e obturação dos canais disto-vestibular (DV) e palatino (P), para posterior localização e instrumentação do canal méso-vestibular e selamento da perfuração.

Para o preparo mecânico dos canais DV e P, o comprimento de trabalho foi determinado em 1mm além do comprimento de patência, adotando-se a filosofia da ampliação foraminal.

Instrumentos manuais C-pilot (VDW, Munique, Alemanha) #10 e #15 foram utilizados para exploração dos canais e realização da patência. Para modelagem dos canais, utilizou-se o sistema rotatório ProDesign Logic (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Brasil), estabelecendo-se torque de 4N e velocidade de 800 rpm.

Como substância química auxiliar para a limpeza e desinfecção dos canais foi utilizado gel de clorexidina 2% (LenzaFarm, Belo Horizonte, Brasil), e água destilada como solução irrigante. A obturação dos canais foi realizada aplicando-se a técnica do cone único, em que foram utilizados cones de guta-percha FM (Odous de Deus, Belo Horizonte, Brasil) e cimento endodôntico biocerâmico Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, Brasil). O limite cervical da guta-percha foi mantido em

2mm acima da junção amelo-cementária, e o backfill nestes dois milímetros foi realizado com Coltosol (Coltene/Whaledent, Altstätten, Suíça).

Foi colocado hidróxido de cálcio P.A. sobre a perfuração, condensando-se o material sobre a região. O dente foi selado com cimento de ionômero de vidro (CIV) quimicamente ativado - Riva Self Cure (SDI, Victoria, Australia), e o paciente foi reagendado para continuação do tratamento em uma sessão seguinte.

Na sessão seguinte, após remoção do selamento coronário, iniciou-se a busca pelo canal MV. Para isto, foi utilizada broca esférica #2S, de haste longa (figura 2), acoplada em contra-ângulo e micromotor de baixa-rotação, a fim de se realizar pequeno desgaste seletivo na dentina, expondo a entrada do canal. Este procedimento foi realizado tendo como guia o exame tomográfico inicial, além da utilização de microscopia para ampliação visual do campo operatório.

**Figura 2** - Broca carbide utilizada para desgaste seletivo em dentina, na localização do canal MV.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

A broca Carbide utilizada para desgaste seletivo de dentina, conforme se observa na imagem acima, possuía haste longa, permitindo melhor acesso à região da entrada do canal radicular que se desejava localizar.

O canal MV foi localizado, preparado e obturado conforme o protocolo seguido para os outros dois canais radiculares. A TCFC não indicava a presença de um segundo canal nesta raiz – o MV2. Assim, iniciou-se o procedimento para vedamento da perfuração endodôntica.

A região foi irrigada, abundante e vigorosamente, com água destilada para remover qualquer excesso de cimento obturador e pasta de hidróxido de cálcio. Sob magnificação do campo operatório, a perfuração foi vedada, aplicando sobre ela MTA Angelus branco (Angelus, Londrina, Brasil). Este cimento reparador foi levado à perfuração com o auxílio de um porta-amálgama infantil (Golgran, São Caetano do Sul, Brasil) (figura 3). O material foi condensado na região, com condensador de Schilder, e cone de papel estéril levemente umedecido em água destilada.

**Figura 3** - Material utilizado para vedamento da perfuração.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Observa-se na imagem acima alguns dos materiais que foram utilizados para o selamento da perfuração endodôntica. Da esquerda para a direita: embalagem do MTA Angelus e ao lado, o frasco da água destilada e sachê contendo o pó do cimento reparador; porta amálgama infantil – utilizado para inserção do MTA já manipulado na região de perfuração –, uma alternativa aos aplicadores de MTA; espátula flexível e placa de vidro para manipulação do MTA.

A região foi protegida com um forro de cimento de ionômero de vidro quimicamente ativado. O dente foi selado com esponja estéril e CIV, e o paciente foi encaminhado para restauração definitiva.

#### 4. Resultados

A radiografia periapical final pode ser vista na figura 4. Após três meses, o paciente encontrava-se assintomático e em fase de preservação.

**Figura 4** - Radiografia periapical após tratamento endodôntico do dente 26.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Na imagem acima, é possível observar o material aplicado na região da perfuração (conforme indicado pela seta), promovendo seu selamento.

## 5. Discussão

A causa primária de inflamação perirradicular, portanto direcionando ao insucesso do tratamento endodôntico, é a contaminação bacteriana, e não a perfuração em si (Lin *et al.*, 2005), assim, é importante que se utilize de um material reparador que, além de uma boa capacidade de selamento, também possua atividade antibacteriana. O MTA possui pH alcalino, podendo variar de 10,2 a 12,5, o que teoricamente é desfavorável ao crescimento bacteriano. No entanto, estudos demonstram limitado efeito inibitório deste material contra algumas espécies microbianas, como o *Enterococcus faecalis* (Kim *et al.*, 2015; Parirokh & Torabinejad, 2010b; Esteki *et al.*, 2021; Pelepenko *et al.*, 2021). Dessa forma, manobras de desinfecção durante o preparo químico-mecânico e a manutenção da cadeia asséptica também não devem ser negligenciadas.

O MTA é um cimento à base de silicato de cálcio, inicialmente idealizado para o tratamento de perfurações. Os primeiros trabalhos publicados relatando o uso deste material para o reparo de perfurações, e como material para retro-obturação, datam do início da década de 1990 (Lee *et al.*, 1993; Torabinejad *et al.*, 1993). Sua bioatividade e capacidade de selamento resultam das reações físico-químicas entre o MTA e os fluidos teciduais, com a formação de uma camada semelhante à hidroxiapatita em sua superfície. Este composto tem a capacidade de liberar íons cálcio e fósforo, um processo necessário para o metabolismo ósseo (Parirokh & Torabinejad, 2010a).

Estudos que avaliam a resposta imunológica induzida pelo MTA, observaram que este material é capaz de estimular uma resposta inflamatória protetora do hospedeiro, regulando positivamente a expressão de citocinas pró-inflamatórias na fase inicial após sua aplicação (7 a 14 dias), enquanto favorece a expressão de citocinas imunorreguladoras em uma fase tardia (21 dias), o que seria capaz de levar ao reparo tecidual (Lara *et al.*, 2015; Espaladori *et al.*, 2018).

No presente caso, foi utilizado o MTA Angelus® para o reparo de perfuração iatrogênica do dente 26, estando o paciente assintomático após um período de três meses do tratamento.

Embora, muitas vezes, não haja diferença significativa para o sucesso do tratamento, em relação ao vedamento de uma perfuração (Daoudi & Saunders, 2002), a utilização do microscópio operatório no caso relatado, foi essencial na condução do procedimento. Principalmente por se tratar de perfuração pequena (aproximadamente 1,2mm em sua maior extensão), não só a ampliação visual do campo operatório, como também a melhor iluminação oferecida pelo equipamento, proporcionaram maior exatidão na aplicação do material reparador.

Para Perrin *et al.* (2019), o microscópio óptico oferece visualização superior durante os procedimentos endodônticos, no entanto algumas lupas são capazes, até mesmo, de substituir o microscópio para procedimentos na câmara pulpar. No presente caso, optou-se pela utilização do microscópio operatório, já que este encontra-se disponível nas instalações da Faculdade São Leopoldo Mandic – unidade Belo Horizonte, e é capaz de oferecer maior ampliação e melhor iluminação em relação às lupas.

## 6. Conclusão

Concluiu-se que o tratamento foi finalizado de forma satisfatória, tendo-se em vista a complexidade do caso, influenciada pela idade do paciente, pelos difíceis acesso e visualização direta ao dente, e da presença de complicações como a perfuração e um canal radicular não localizado inicialmente. A utilização do microscópio operatório na condução do procedimento forneceu, a ampliação e iluminação ao campo operatório, necessários para a detecção do canal não identificado e para maior exatidão na aplicação do material reparador.

Sugerem-se estudos futuros que abordem a importância do cirurgião-dentista em conhecer os avanços tecnológicos em endodontia para o manejo de casos complexos, e assim, saber orientar o paciente adequadamente, bem como conduzir o caso ou encaminhar à especialidade apropriada.

## Agradecimentos

Este trabalho teve o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG.

## Referências

- AAE. Glossary of Endodontic Terms. 10<sup>th</sup>ed. Chicago: American Association of Endodontists. (2020). <https://www.aae.org/specialty/?wpdmdl=11847%27%3EDownload%20PDF%3C/a%3E>.
- Bhuva, B., & Ikram, O. (2020). Complications in Endodontics. *Primary Dental Journal*, 9(4), 52–58.
- Cervino, G., Laino, L., D'Amico, C., Russo, D., Nucci, L., Amoroso, G., Gorassini, F., Tepedino, M., Terranova, A., Gambino, D., Mastroieni, R., Tözüm, M. D., & Fiorillo, L. (2020). Mineral Trioxide Aggregate Applications in Endodontics: A Review. *European Journal of Dentistry*, 14(4), 683–691.
- Daoudi, M. F., & Saunders, W. P. (2002). In vitro evaluation of furcal perforation repair using mineral trioxide aggregate or resin modified glass ionomer cement with and without the use of the operating microscope. *Journal of Endodontics*, 28(7), 512–515.
- Espaladori, M. C., Maciel, K. F., Brito, L. C. N. de, Kawai, T., Vieira, L. Q., & Ribeiro Sobrinho, A. P. (2018). Experimental furcal perforation treated with mineral trioxide aggregate plus selenium: immune response. *Brazilian Oral Research*, 32, e103.
- Esteki, P., Jahromi, M. Z., & Tahmourespour, A. (2021). In vitro antimicrobial activity of mineral trioxide aggregate, Biodentine, and calcium-enriched mixture cement against *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus mutans*, and *Candida albicans* using the agar diffusion technique. *Dental Research Journal*, 18, 3.
- Estrela, C., Decurcio, D. de A., Rossi-Fedeles, G., Silva, J. A., Guedes, O. A., & Borges, Á. H. (2018). Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials. *Brazilian Oral Research*, 32(suppl 1), e73.
- Freire, M. C. M., & Pattussi, M. P. (2018). Tipos de estudo. In C. Estrela (Org.), *Metodologia Científica: ciência, ensino, pesquisa* (3a ed., Cap. 9, pp. 109-127). Porto Alegre: Artes Médicas.
- Fuss, Z., & Trope, M. (1996). Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endodontics & Dental Traumatology*, 12(6), 255–264.
- Kakani, A. K., & Veeramachaneni, C. (2020). Sealing ability of three different root repair materials for furcation perforation repair: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 23(1), 62–65.
- Kim, R. J.-Y., Kim, M.-O., Lee, K.-S., Lee, D.-Y., & Shin, J.-H. (2015). An in vitro evaluation of the antibacterial properties of three mineral trioxide aggregate (MTA) against five oral bacteria. *Archives of Oral Biology*, 60(10), 1497–1502.
- Krupp, C., Bargholz, C., Brüsehaber, M., & Hülsmann, M. (2013). Treatment outcome after repair of root perforations with mineral trioxide aggregate: a retrospective evaluation of 90 teeth. *Journal of Endodontics*, 39(11), 1364–1368.
- Lagiseti, A. K., Hegde, P., & Hegde, M. N. (2018). Evaluation of bioceramics and zirconia-reinforced glass ionomer cement in repair of furcation perforations: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 21(2), 184–189.
- Lara, V. de P. L., Cardoso, F. P., Brito, L. C. N., Vieira, L. Q., Sobrinho, A. P. R., & Rezende, T. M. B. (2015). Experimental Furcal Perforation Treated with MTA: Analysis of the Cytokine Expression. *Brazilian Dental Journal*, 26(4), 337–341.
- Lee, S. J., Monsef, M., & Torabinejad, M. (1993). Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *Journal of Endodontics*, 19(11), 541–544.
- Lin, L. M., Rosenberg, P. A., & Lin, J. (2005). Do procedural errors cause endodontic treatment failure? *Journal of the American Dental Association* (1939), 136(2), 187–193; quiz 231.
- Oliveira, M. A. P., Velarde, G. C., & Sá, R. A. M. (2015). Entendendo a pesquisa clínica V: relatos e séries de casos. *Femina*, 43(5), 235-238.
- Parirokh, M., & Torabinejad, M. (2010a). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *Journal of Endodontics*, 36(1), 16–27.
- Parirokh, M., & Torabinejad, M. (2010b). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *Journal of Endodontics*, 36(3), 400–413.
- Pelepenko, L. E., Saavedra, F., Antunes, T. B. M., Bombarda, G. F., Gomes, B. P. F. de A., Zaia, A. A., & Marciano, M. A. (2021). Investigation of a modified hydraulic calcium silicate-based material - Bio-C Pulpo. *Brazilian Oral Research*, 35, e077.
- Siew, K., Lee, A. H. C., & Cheung, G. S. P. (2015). Treatment Outcome of Repaired Root Perforation: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 41(11), 1795–1804.



Torabinejad, M., Watson, T. F., & Pitt Ford, T. R. (1993). Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *Journal of Endodontics*, 19(12), 591–595.

Tsesis, I., Rosenberg, E., Faivishevsky, V., Kfir, A., Katz, M., & Rosen, E. (2010). Prevalence and associated periodontal status of teeth with root perforation: a retrospective study of 2,002 patients' medical records. *Journal of Endodontics*, 36(5), 797–800.