

RETRATAMENTO ENDODÔNTICO EM DENTE COM PERFURAÇÃO DE FURCA UTILIZANDO MTA: RELATO DE CASO

ENDODONTIC RETREATMENT IN A TOOTH WITH FURCATION PERFORATION USING MTA: CASE REPORT

Ana Luiza Marques Ávila Prazeres¹

Ana Clara Marambaia Eça²

Camilly Oliveira Souto³

Julia Santos Fonseca⁴

Thallita Gabriele Nunes Silveira⁵

Antônio Henrique Braitt⁶

RESUMO: O retratamento endodôntico em dentes com perfuração de furca constitui um desafio clínico significativo, pois envolve o comprometimento dos tecidos periodontais e risco de insucesso do tratamento. O presente trabalho tem como objetivo relatar um caso clínico de retratamento endodôntico em dente com perfuração de furca, destacando o uso do Agregado de Trióxido Mineral (MTA) como material de selamento. A paciente, do sexo feminino, 55 anos, apresentou dor à mastigação no dente 36, sendo diagnosticada perfuração de furca. O tratamento envolveu a remoção da coroa, desinfecção da câmara pulpar, aplicação de terapia fotodinâmica e selamento da perfuração com MTA. O acompanhamento clínico e radiográfico por 12 meses demonstrou ausência de sintomas, reparo ósseo e manutenção da função mastigatória. O caso confirma a eficácia do MTA como material biocompatível e bioativo, capaz de promover selamento hermético e induzir regeneração tecidual. Conclui-se que o sucesso do retratamento está diretamente relacionado à precisão diagnóstica, técnica adequada e escolha de materiais de alto desempenho.

6950

Palavras-chave: Retratamento endodôntico. Perfuração de furca. MTA. Selamento. Regeneração óssea.

ABSTRACT: Endodontic retreatment in teeth with furcation perforation represents a significant clinical challenge due to the involvement of periodontal tissues and the risk of treatment failure. This study aims to report a clinical case of endodontic retreatment in a tooth with furcation perforation, emphasizing the use of Mineral Trioxide Aggregate (MTA) as the sealing material. A 55-year-old female patient presented with pain during mastication on tooth 36, which was diagnosed with furcation perforation. The treatment included crown removal, pulp chamber disinfection, photodynamic therapy, and sealing of the perforation with MTA. Clinical and radiographic follow-up over 12 months showed absence of symptoms, bone repair, and maintenance of masticatory function. The case confirms the effectiveness of MTA as a biocompatible and bioactive material capable of providing a hermetic seal and inducing tissue regeneration. It is concluded that treatment success is directly related to accurate diagnosis, proper technique, and the use of high-performance materials.

Keywords: Endodontic retreatment. Furcation perforation. MTA. Sealing. Bone regeneration.

¹Acadêmica de Odontologia da Faculdade de Ilhéus (CESUPI).

²Acadêmica de Odontologia da Faculdade de Ilhéus (CESUPI).

³Acadêmica de Odontologia da Faculdade de Ilhéus (CESUPI).

⁴Acadêmica de Odontologia da Faculdade de Ilhéus (CESUPI).

⁵Acadêmica de Odontologia da Faculdade de Ilhéus (CESUPI).

⁶Especialista e Mestre em Endodontia. Professor de Endodontia Clínica da Faculdade de Ilhéus (CESUPI).

INTRODUÇÃO

As complicações mais frequentes durante o tratamento endodôntico são o transporte da posição original do canal anatômico, sobreobturação e perfurações em diferentes localizações no soalho da câmara e na parede do canal¹. As consequências geradas pelo aparecimento dessas complicações resultam em inadequada limpeza e desinfecção dos canais e obturação incompleta e defeituosa, que são geralmente as causas para uma futura reintervenção endodôntica^{2,3}.

As perfurações podem ser analisadas como uma comunicação mecânica ou patológica entre os sistemas de canal radicular e as superfícies externas do dente. É uma séria complicação na prática endodôntica devido ao comprometimento dos tecidos perirradiculares que sustentam o elemento dental⁴. As causas mecânicas são normalmente resultados do uso incorreto de instrumentos durante o acesso endodôntico, a localização ou o preparo dos canais, principalmente quando aspectos anatômicos são negligenciados e não é respeitada a trajetória original dos canais^{5,6}. As perfurações patológicas comumente são causadas por cáries ou reabsorções radiculares externas⁷. O diagnóstico precoce desse tipo de acidente é de suma importância para o estabelecimento de protocolo de tratamento, visando impedir a contaminação do defeito⁸. A análise cuidadosa da anatomia dental interna e o emprego de técnicas adequadas durante a terapia endodôntica podem minimizar a ocorrência de perfurações⁹.

6951

As possibilidades clínicas de tratamento das perfurações variam, porém, a possibilidade de tratar com sucesso uma perfuração depende da sua localização, amplitude e ausência de contaminação⁹. O reparo das perfurações pode ser obtido por meio de procedimentos via endodôntica ou procedimentos cirúrgicos externos à raiz dental¹⁰. Atualmente, o tratamento via endodôntica é o de eleição, mas o selamento tridimensional do trajeto da perfuração é primordial para que o procedimento seja efetivo, devendo ser iniciado imediatamente^{11,12,13}.

Mesmo após a melhora das técnicas e da qualidade dos materiais utilizados na endodontia, as perfurações dentais, especialmente as perfurações na região de furca, continuam sendo complicações que, desafortunadamente, têm um grande impacto negativo na evolução do tratamento. Estes fatos acontecem geralmente pelo desconhecimento da anatomia dos canais radiculares e pelo uso inadequado de instrumentos durante os tratamentos.

A dificuldade no diagnóstico precoce e a opção terapêutica equivocada podem complicar mais a situação clínica e colocar em risco a sobrevivência do dente e dos tecidos periodontais. Diante disso, torna-se essencial compreender quais critérios devem orientar o profissional na

condução de casos de perfuração de furca. Assim, surge a seguinte questão norteadora: como o cirurgião-dentista pode conduzir o retratamento endodôntico de dentes com perfuração de furca de forma eficiente e previsível, utilizando o MTA como material selador?

Essa pergunta busca incentivar a reflexão crítica sobre a conduta clínica frente a acidentes endodônticos, considerando os recursos diagnósticos, a escolha do material mais adequado e a importância do domínio técnico para a resolução efetiva do caso.

Os objetivos deste trabalho são analisar o caso clínico do tratamento de um paciente diagnosticado com perfuração de furca, demonstrando as etapas do procedimento e informações consideráveis sobre diagnóstico e tratamento da perfuração, assim como identificar e selecionar um caso clínico de perfuração de furca em dente posterior, estabelecer o diagnóstico clínico e radiográfico da perfuração, considerando aspectos anatômicos e etiológicos, descrever detalhadamente as etapas do retratamento endodôntico, com ênfase na utilização do Agregado de Trióxido Mineral (MTA) como material de selamento e analisar os resultados clínicos do caso tratado, discutindo a eficácia do protocolo adotado.

REVISÃO DA LITERATURA

A incidência de perfurações durante o tratamento endodôntico representa um problema significativo, especialmente quando atinge a região de furca, podendo causar o comprometimento dos tecidos periodontais do dente e, por conseguinte, o insucesso do tratamento. Por ser uma situação clínica que requer técnica aprimorada e domínio do profissional, é necessário que o cirurgião-dentista esteja apto para identificar e corrigir esse tipo de lesão de maneira correta. 6952

Essa pesquisa tem sua relevância na necessidade de saber como reparar as perfurações de furca na prática, que necessitam de uma atuação cuidadosa e do uso de biomateriais que permitam o reparo eficaz da comunicação entre canal radicular e os tecidos periodontais. O Agregado de Trióxido Mineral (MTA) é um material cuja aplicação em tais situações é muito indicada, já que é bem tolerado pelos tecidos e pode induzir à formação do próprio tecido mineralizável e ser considerado uma excelente opção para o referido tratamento.

Perfuração radicular ou de furca

Uma perfuração é uma abertura anormal que se forma entre o canal radicular e os tecidos que sustentam o dente, criando uma ligação indesejada entre essas duas estruturas¹⁴. As

perfurações endodônticas iatrogênicas podem ser causadas por cirurgia de acesso, especialmente em casos de câmara pulpar calcificada, preparo de canais, especialmente em curvaturas acentuadas ou em raízes com forte achatamento mésio-distal, preparo para modelagem de retentores intrarradiculares devido à excessiva remoção mecânica da estrutura interna dental, tentativa de retomada do canal frente a desvios, remoção de material obturador, especialmente nos casos de cimentos e fragmentos metálicos e sobre instrumentação da porção apical do canal⁹. Também podem estar relacionadas à escolha inadequada dos casos para tratamento ^{15,16}. Além disso, a modelagem inadequada durante a instrumentação dos canais radiculares pode levar a lacerações, além de perfuração na área de furca e no terço apical¹⁷.

As perfurações dentárias podem ser classificadas de acordo com o tamanho do defeito (pequenas e grandes), a localização do defeito (perfuração de furca, perfuração strip, perfuração da raiz e perfuração apical) e tecido ao redor do defeito- presença de contaminação (associado a tecido sadio sem lesão e associado a perda tecidual com lesão⁹).

A perfuração do assoalho (perfuração de furca) é definida como uma abertura que se forma entre o canal radicular e os tecidos periodontais por meio do assoalho da câmara pulpar em dentes posteriores. Esse tipo de lesão geralmente acontece quando brocas perfuram acidentalmente durante o acesso endodôntico, muitas vezes por desconhecimento da anatomia interna do canal, sendo ainda mais comum em casos de calcificação da câmara pulpar. Além disso, pode ser provocada pela progressão de uma cárie.⁹

Diagnóstico

O diagnóstico de perfurações endodônticas é um passo essencial para o sucesso do tratamento, pois essas lesões podem comprometer o prognóstico do dente se não forem identificadas e tratadas corretamente¹⁰.

Um sangramento intenso após uma lesão pode indicar uma perfuração causada durante o tratamento odontológico. Se a perfuração ocorrer na parte superior do dente, ela costuma ser visível diretamente. Já em regiões mais profundas, como o ápice do canal, o sangramento pode ser detectado com o uso de uma ponta de papel absorvente. A ausência de dor súbita durante o procedimento também pode ser um sinal sugestivo de perfuração. Instrumentos como os localizadores de ápice são úteis nesse diagnóstico, pois indicam uma comunicação com o ligamento periodontal ao mostrar leitura zero quando a lima atinge a área da perfuração. O uso de microscópios operatórios tem se tornado comum por permitir melhor visualização com luz

intensa e ampliação. Radiografias ajudam na identificação, mas por serem imagens em duas dimensões, podem não mostrar com precisão o local da perfuração. Para melhorar a visualização, é possível realizar uma nova radiografia com mudança na angulação, para o lado mesial ou distal. Perfurações não tratadas podem apresentar sinais como saída de líquido inflamatório, formação de fístulas, dor à percussão, bolsas periodontais e inflamação crônica da gengiva quando a infecção atinge o osso¹⁸.

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) tem se tornado uma ferramenta cada vez mais relevante na análise de perfurações. Estudos mostram que essa tecnologia permite identificar e avaliar com precisão tanto perfurações causadas por pinos quanto lesões reabsortivas. Apesar de fornecer imagens tridimensionais detalhadas, a TCFC envolve uma dose maior de radiação ionizante. Por isso, seu uso deve ser indicado apenas quando houver a possibilidade real de que os resultados influenciem a condução do tratamento¹⁸.

Tratamentos

O sucesso do tratamento endodôntico em dentes com perfuração depende da localização, extensão e tempo de contaminação da perfuração, do tipo de material de obturador, qualificação, experiência e habilidade do profissional e dos recursos tecnológicos disponíveis¹⁰

6954

A literatura mais recente recomenda o uso de materiais reparadores biocompatíveis que possam selar adequadamente a comunicação entre o canal radicular e o periodonto, favorecendo a regeneração e a reintegração dos tecidos periodontais na área lesionada¹⁹.

Após identificar a perfuração, ela deve ser protegida com uma barreira mecânica — como disco de Teflon, raspas de dentina, fosfato de tricálcio, hidróxido de cálcio, hidroxiapatita, osso liofilizado, sulfato de cálcio ou MTA — especialmente nos casos de perfurações de maior tamanho, devido à presença de sangramento e ao risco de extravasamento do material obturador. Depois disso, aplica-se um material para preencher o defeito, como guta-percha, amálgama, IRM, Cavit®, resinas fotopolimerizáveis ou ionômero de vidro. Por fim, o tratamento endodôntico é finalizado e a restauração definitiva deve ser realizada o mais rapidamente possível^{20,21}.

Experimentos *in vitro* e *in vivo* que estudaram a capacidade de selamento e a biocompatibilidade do MTA apresentaram resultados favoráveis. Estudos com corantes e infiltração bacteriana demonstraram que a capacidade de selamento do MTA é superior à do amálgama, Super-EBA e IRM^{22,23}. A introdução de materiais bioativos, como o Agregado de

Trióxido Mineral (MTA), tornou o prognóstico do tratamento de perfurações radiculares, especialmente na região de furca, mais favorável e previsível²⁴.

Dentre os materiais utilizados no reparo, o MTA é o único que apresenta suporte da literatura para os quesitos biocompatibilidade (inerte e ausência de toxicidade após as 24 horas iniciais) e bioatividade (induz a formação de tecidos duros) e, por isso, é o material de escolha para tratamento de perfurações dentais ^{25,26}. As propriedades físico-químicas e mecânicas mais importantes são a boa resistência à compressão, 65 Mpa, a baixa solubilidade, a capacidade de adesão à dentina e resistência à umidade relativa²⁷. As propriedades biológicas de biocompatibilidade e bioatividade são frequentemente descritas em vários estudos ²⁸.

METODOLOGIA

Essa pesquisa consiste em um estudo de caso para solucionar o problema da perfuração endodôntica. O caso relatado foi acompanhado em uma clínica no município de Itabuna, com o objetivo de tratar a perfuração endodôntica.

Paciente do sexo feminino, 55 anos, passou por um procedimento de retratamento endodôntico devido a uma perfuração de furca e foi utilizado para selar essa perfuração o Agregado de Trióxido Mineral (MTA).

A realização de um caso clínico permite, não apenas colocar em prática os conceitos adquiridos ao longo da graduação, mas também contribui para a formação crítica do profissional, que consegue avaliar, na prática, se os protocolos clínicos existentes realmente funcionam. Ao documentar, estudar e discutir esse tipo de tratamento odontológico, espera-se estar contribuindo para uma odontologia mais segura, baseada em evidências.

CASO CLÍNICO

A paciente GMS, sexo feminino, 55 anos, compareceu à clínica Endo – Tratamento de Canais Radiculares, em Itabuna (BA), no dia 27/09/2023, queixando-se de dor no dente 36 durante a mastigação.

Ao exame clínico foi constatada a presença de uma coroa de porcelana no dente em questão, e o exame radiográfico mostrou um tratamento endodôntico realizado e uma lesão na furca suspeitando-se de uma perfuração. (Figs. 1 e 2).

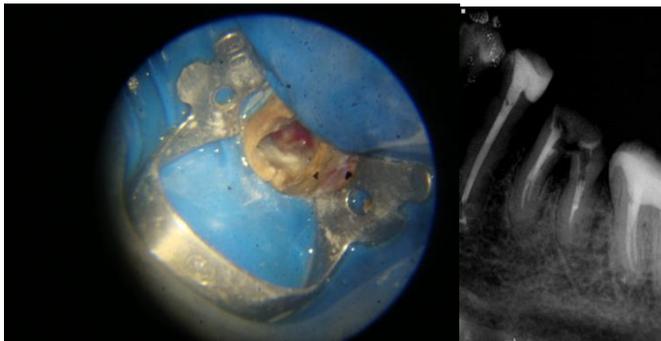


Figura 1: Aspecto clínico.



Figura 2: Aspecto radiográfico.

No dia 02/10/2023, a remoção da coroa de porcelana foi realizada com um instrumento saca-prótese, seguida da remoção da resina acrílica que preenchia a câmara com um inserto ultrassônico GD3 (Microdont), seguida de limpeza do soalho com um inserto, quando foi percebido tecido de granulação no soalho da câmara perfurado, já apresentando um tecido de granulação. Figura: 3, sendo a perfuração confirmada pelo exame radiográfico. Figura 4.



Figuras 3 e 4: Mostrando a perfuração.

Após a exposição da câmara pulpar, isolamento e Instrumentação Passiva Ultrassônica, utilizando hipoclorito de sódio (6% pH 8,0), ácido etilenodiamino tetra-acético (sal dissódico de EDTA a 17% em veículo detergente aniônico) e novamente hipoclorito de sódio, um minuto cada, foi colocado azul de metileno a 0,5% por cinco minutos, seguido da aplicação de terapia fotodinâmica (PDT) por 80 segundos na câmara (Figuras 5 e 6).

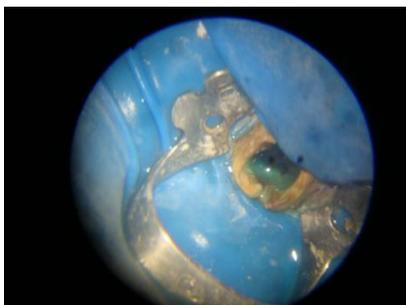


Fig 5: Colocação do azul de

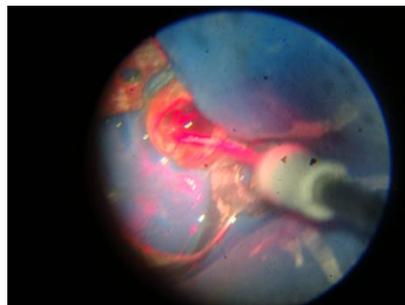


Fig 6: PDT por 80 segundos

Metileno por 5 minutos. Colocação do MTA (Figura 7) na câmara e colocação de uma coroa provisória. Figuras 7 e 8.



Figs 7 e 8: Dia 02/10/2023. Colocação do MTA, vedando a perfuração e restauração com uma coroa provisória. 02/10/2023.



Fig. 9. Proservação de um ano (Dia 09/10/2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

6957

Após o retratamento endodôntico do dente 36 com perfuração de furca, a paciente apresentou evolução clínica e radiográfica positiva, confirmando a eficácia do protocolo adotado. Clinicamente, observou-se regressão imediata dos sintomas dolorosos após a remoção da coroa protética, desinfecção da câmara pulpar e selamento da perfuração com o Agregado de Trióxido Mineral (MTA). Durante o primeiro mês de acompanhamento, a paciente relatou ausência de dor espontânea, melhora significativa na mastigação e inexistência de fístula ou edema gengival, sinais que indicam controle do processo inflamatório inicial, conforme descrito por Bryan, Woolard e Mitchell (1999) sobre os parâmetros clínicos de sucesso em reparos de perfurações.

Ao exame radiográfico inicial, constatou-se a presença de imagem radiolúcida compatível com rarefação óssea na região da furca, sugerindo comprometimento periodontal associado à perfuração. Após seis meses de acompanhamento, observou-se diminuição progressiva da área radiolúcida, indicando reparo ósseo e reorganização tecidual. Esse achado é compatível com os resultados descritos por Pontius et al. (2013), que

destacaram a capacidade do MTA em promover selamento biológico e estimular a reparação dos tecidos perirradiculares.

Na avaliação clínica de 12 meses (09/10/2023), o dente encontrava-se assintomático, funcional e em boas condições periodontais, sem sinais de mobilidade ou sangramento gengival. Radiograficamente, notou-se completa regressão da rarefação óssea, com restituição do trabeculado ósseo adjacente e ausência de sinais de infiltração ou falha do material. Esses resultados corroboram estudos *in vitro* e *in vivo* que demonstraram a superioridade do MTA em relação a outros materiais de reparo, como amálgama e Super-EBA, principalmente no que se refere ao selamento marginal e à biocompatibilidade ^{22,27}.

Outro ponto relevante observado foi a estabilidade do material restaurador provisório e a ausência de infiltração coronária, o que reforça a importância da restauração imediata após o selamento, como preconizado por Imura e Zuolo (1998). A ausência de recidiva clínica e a estabilidade do dente ao longo de um ano confirmam que a condução técnica do retratamento, associada ao uso de biomateriais adequados, pode assegurar prognóstico favorável mesmo em situações de perfuração, como relatado também por Saed, Ashley e Darcey (2016).

Em síntese, os resultados obtidos neste estudo de caso evidenciam que o uso do MTA no reparo de perfurações de furca promoveu não apenas o selamento efetivo do defeito, mas também a recuperação funcional e biológica do elemento dentário, possibilitando sua manutenção em função por longo prazo. Esses achados sustentam a literatura que aponta o MTA como material de escolha em casos de perfurações radiculares devido às suas propriedades bioativas e capacidade de induzir a formação de tecido mineralizado ^{25,28}.

6958

CONCLUSÃO

O retratamento endodôntico de dentes com perfuração de furca representa um desafio clínico que exige diagnóstico preciso, planejamento adequado e seleção criteriosa dos materiais utilizados. No caso apresentado, o uso do Agregado de Trióxido Mineral (MTA) demonstrou resultados altamente satisfatórios, tanto no controle da inflamação inicial quanto na promoção da regeneração óssea e recuperação funcional do dente afetado.

O MTA mostrou-se eficiente como material de selamento, proporcionando isolamento completo da perfuração e estimulando a reparação dos tecidos perirradiculares. A biocompatibilidade, a estabilidade dimensional e a capacidade bioativa do material foram

determinantes para o sucesso clínico e radiográfico observado ao longo de 12 meses de acompanhamento.

Além disso, o relato evidencia a importância da conduta técnica adequada, incluindo a remoção do material contaminado, a desinfecção da câmara pulpar e o selamento imediato da perfuração. Tais medidas foram essenciais para restabelecer a integridade do elemento dental e evitar complicações futuras.

Dessa forma, conclui-se que o MTA é uma opção eficaz e segura para o reparo de perfurações de furca, sendo considerado o material de escolha nesses casos. A associação entre diagnóstico precoce, técnica apurada e uso de biomateriais adequados pode garantir prognóstico favorável e longevidade ao tratamento endodôntico, reafirmando a importância da atualização constante do profissional frente às inovações da Endodontia contemporânea.

REFERÊNCIAS

1. COHEN S, BURNS RC. Pathways of the pulp. 8. ed. St. Louis: Mosby, 2002:94, 242-252, 530, 870, 910-916.
2. JAFARZADEH H, ABBOTT PV. Ledge formation: review of a great challenge in endodontics. J Endod. 2007;33:1155-62.
3. GUTMANN JL et al. Problem solving in endodontics. 3. ed. St. Louis: Mosby, 1997:96-100, 117.
4. AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. Glossary of Endodontic Terms. 8. ed. Chicago: American Association of Endodontists, 2012. Disponível em: http://pages.nxtbook.com/nxtbooks/aae/endodonticglossary/offline/aae_endodonticglossary.pdf.
5. HARRIS WE. A simplified method of treatment for endodontic perforations. J Endod. 1976;2(5):126-34.
6. FUSS Z, TROPPE M. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. Endod & Dental Traumatol. 1996;12(6):255-64.
7. ALHADAINY HA. Root perforations. A review of literature. Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radio and Endod. 1994;78(3):368-74.
8. BRYAN EB, WOOLARD G, MITCHELL WC. Nonsurgical repair of furcal perforations: A literature review. Gen Dent. 1999;47(3):274-8.
9. ZUOLO ML et al. Reintervenção em endodontia. 1. ed. São Paulo: Santos, 2009.
10. BUENO CES, PELEGRINE RA. Excelência em endodontia clínica. 1. ed. São Paulo: Quintessence, 2017.
11. AGUIRRE R, ELDEEB ME, ELDEEB M. Evaluation of the repair of mechanical furcation perforations using amalgam, gutta-percha or indium foil. J Endod. 1986.12(6):249-56.

12. DEAN JW et al. Evaluation of a combined surgical repair and guided tissues regeneration technique to treat recent root canal perforations. *J Endod.* 1997;23(8):525-32.
13. DE MARTIN AS. Reparo de perfurações na furca de dentes de cães, seladas com Endomethasone com e sem barreiras de hidróxido de cálcio. 1999. Tese (Doutorado) — Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 1999.
14. SAED SM, ASHLEY MP, DARCEY J. Root perforations: aetiology, management strategies and outcomes. The whole truth. *British Dental J.* 2016;220(4):171.
15. MACHADO MEL, FERNANDES KPS. Tratamento de perfurações de furca. *J Bras de Odontol Clín.* 1997;1:49-54.
16. MARTOS J, SILVEIRA LFM. Relação do assoalho da câmara pulpar com o limite amelo-cementário e a furcação. *J Bras de Odonto Clín.* 1999;15:63-6.
17. BEAVERS R, BERGENHOLTZ G. Periodontal healing following intentional root perforations in permanent teeth of Macaca mulatta. *I Endod J.* 1986;5:36-44.
18. TOMER AK, BHATT M, BALASANI VG. Root perforations: a review. *Scholars J of Dental Scien.* 2018;5(7):387-9.
19. STORM B. et al. Setting expansion of gray and white mineral trioxide aggregate and Portland cement. *J Endod.* 2008;34(1): 80-82.
20. IMURA N, ZUOLO ML. Complicações endodônticas. In: *Endodontia para o clínico geral.* São Paulo: Artes Médicas, 1998: 295-306. (Série EAP-APCD).
21. SHIMABUKO DM. Avaliação in vitro do selamento marginal obtido quando do uso de associações de materiais no tratamento de perfurações de furca em molares humanos. *Endodontics.* 2000;2(1).
22. TORABINEJAD M et al. Dye leakage of four root-end filling materials: effects of blood contamination. *J Endod.* 1994;20:159-63.
23. RASTEGAR AF et al. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root end filling material. *J Endod.* 1995;109-21.
24. PONTIUS V et al. Retrospective evaluation of perforation repairs in private practices. *J Endod.* 2013;39(11):1346-58
25. KOH ET et al. Cellular response to mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 1998;24(8):543-7.
26. YALTIRIK M et al. Reactions of connective tissue to mineral trioxide aggregate and amalgam. *J Endod.* 2004;30(2):95-9.
27. ROBERTS HW et al. Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: A review of the literature. *Dental Mat.* 2007;10:1-16.
28. CAMILLERI J, PITT FORD TR. Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *I Endod J.* 2006;39:747-54.