



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**BEATRIZ TROMBETTA SILVA**

**MATERIAIS REPARADORES PARA O TRATAMENTO DE  
PERFURAÇÕES RADICULARES:  
REVISÃO DA LITERATURA**

PIRACICABA

2020

**BEATRIZ TROMBETTA SILVA**

**MATERIAIS REPARADORES PARA O TRATAMENTO DE  
PERFURAÇÕES RADICULARES:  
REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Cirurgião Dentista.

Orientadora: Profa. Dra. Adriana de Jesus Soares

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO PELA ALUNA BEATRIZ TROMBETTA SILVA E ORIENTADA PELA PROFA. DRA. ADRIANA DE JESUS SOARES.

PIRACICABA

2020

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba  
Marilene Girello - CRB 8/6159

Si38m Silva, Beatriz Trombetta, 1998-  
Materiais reparadores para o tratamento de perfurações radiculares : revisão da literatura / Beatriz Trombetta Silva. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Adriana de Jesus Soares.  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Endodontia. I. Soares, Adriana de Jesus, 1970-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações adicionais, complementares

**Palavras-chave em inglês:**

Endodontics

**Titulação:** Cirurgião-Dentista

**Data de entrega do trabalho definitivo:** 27-11-2020

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho a minha mãe que foi meu pilar de referência, de suporte, de apoio, de compreensão, de dedicação e de exemplo ao longo de toda a minha graduação e de toda a minha vida. A qual me incentivou ao estudo desde a época de vestibular até a conclusão desse curso.

## **AGRADECIMENTOS**

Dos agradecimentos que trago nesse trabalho, tenho:

Primeiramente, aos meus pais e a toda minha família, que me deram todo o suporte emocional, estrutural e financeiro para que eu pudesse realizar e concluir todo o meu curso.

A Universidade Estadual de Campinas e todo o seu corpo administrativo, de funcionários, docentes e discentes, da qual fico lisonjeada de ter feito parte.

A quem colaborou diretamente comigo: ao professor Emílio Carlos Sponchiado Júnior e minha orientadora professora Adriana de Jesus Soares, sem os quais eu não teria concluído este projeto.

A toda área de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP-UNICAMP), a qual me forneceu conhecimentos fundamentais dos quais me permitiram desenvolver toda a linha de raciocínio dessa monografia.

E, por fim, a todos os amigos adquiridos ao longo de todos esses anos de graduação e a República SÓFadinhas, por onde residi ao longo do tempo que estive longe da minha cidade.

## RESUMO

Acidentes podem ocorrer durante o tratamento endodôntico e os mais comuns são as perfurações dentais, que são comunicações acidentais entre o interior do canal radicular com os tecidos bucais ou perirradiculares. As consequências da perfuração radicular podem resultar em uma resposta inflamatória associada ao tecido periodontal com posterior reabsorção do osso alveolar. O tratamento das perfurações basicamente reflete na limpeza e descontaminação do local, seguido da realização de um vedamento da perfuração com um material hidrofílico que possibilite o reparo tecidual. Os principais materiais de vedação utilizados no tratamento de perfurações são a base de hidróxido de cálcio, agregado de trióxido mineral e os mais recentes a base de silicato de cálcio que são os materiais mais promissores para o tratamento das perfurações radiculares. Neste cenário o presente estudo tem como objetivo descrever o atual estado da arte em que se encontram os materiais reparadores utilizados para o tratamento das perfurações radiculares por meio de uma revisão narrativa da literatura.

**Palavras-chave:** Endodontia. Materiais restauradores do canal radicular. Cavidade pulpar. Calcearea silicata.

## **ABSTRACT**

Accidents can occur during endodontic treatment and the most common are dental perforations, which are accidental communications between the inside of the root canal and oral or periradicular tissues. The consequences of root perforation can result in an inflammatory answer associated with periodontal tissue with subsequent resorption of the alveolar bone. The treatment of perforations basically reflects in the cleaning and decontamination of the site followed by the sealing of the site with a hydrophilic material that allows tissue repair. The main sealing materials used in the treatment of perforations are based on calcium hydroxide, mineral trioxide aggregate and the most recent ones based on calcium silicate which are the most promising materials for the treatment of root perforations. In this setting, the present study aims to describe the current state of the art in which the repair materials used for the treatment of root perforations are found through a narrative review of the literature.

**Key words:** Endodontics. Root Canal Filling Materials. Dental Pulp Cavity. Calcearea silicata.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 PROPOSIÇÃO	12
3 REVISÃO DA LITERATURA	13
4 DISCUSSÃO	26
5 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30
ANEXOS	34
Anexo 1 – Verificação de originalidade e prevenção de plágio	34

## 1 INTRODUÇÃO

A endodontia é uma especialidade que tem como objetivo a preservação da dentição natural e, para isso, preconiza a remoção do tecido pulpar alterado, a eliminação dos microrganismos e a prevenção da reinfecção como as principais finalidades em seu tratamento. A abertura coronária, preparo químico-mecânico e obturação do sistema de canais radiculares são as principais etapas do tratamento endodôntico (Torabinejad; Walton; 2010).

Alguns acidentes podem ocorrer durante as diferentes etapas do tratamento endodôntico em função das complexidades anatômicas dos dentes, desconhecimento de materiais, falta de habilidade profissional, erros de técnicas ou simplesmente acidentais. Dentre os acidentes iatrogênicos pode-se citar: perfurações durante o preparo da abertura coronária em virtude de desgaste excessivo, falta de alinhamento do instrumento à inclinação do canal, casos de câmaras pulpares calcificadas; escape manual do instrumento; acidentes durante a limpeza e modelagem como a formação de degrau, desvios da trajetória do canal, perfuração radicular, fraturas de instrumentos e o extravasamento da solução irrigadora; acidentes durante a obturação como a subobturação, sobreobturação e fratura vertical; e acidentes durante o preparo do espaço para a colocação do núcleo como os desgastes excessivos, fraturas radiculares e perfurações (Torabinejad; Walton; 2010).

Dos tipos de acidentes endodônticos apresentados, essa revisão narrativa dará enfoque às perfurações, que são comunicações acidentais entre o interior do canal radicular com os tecidos bucais (denominadas perfurações coronárias) e com os tecidos perirradiculares (denominadas perfurações radiculares). O cirurgião dentista necessita deve atentar-se a câmara pulpar atrésica ou calcificada, considerar a inclinação do dente na arcada dentária, conhecer a anatomia interna dos dentes e perceber a presença de coroas protéticas, esses são alguns fatores que podem induzir perfurações durante o acesso coronário; já a morfologia de canais curvos e raízes achatadas, calcificações, reabsorções, inclinação incomum no arco dentário e presença de pinos intracanaís são fatores que predisõem, também, as perfurações radiculares (Lopes; Siqueira; 2015).

Durante a formação do Odontólogo pode-se observar várias iatrogenias, o estudo de AlRahabi et al. (2017) apresenta a frequência de 2,3% de perfurações radiculares dentre os outros erros de procedimentos que podem ser acometidos por estudantes do quarto e quinto ano de graduação, sendo que os molares inferiores foram os dentes mais acometidos pelas iatrogenias endodônticas (43,1%) e os incisivos superiores foram os menos atingidos (19,2%).

As consequências da perfuração radicular podem resultar em uma resposta inflamatória associada ao tecido periodontal e na destruição do osso alveolar, em intensidades variáveis que

dependem da extensão da penetração, do nível de contaminação e da resposta imune local (Espaladori et. al. 2018).

Um tecido de granulação é formado e pode invaginar para o interior do dente por meio do trajeto da perfuração e, assim, sem o tratamento devido, haverá uma contaminação via meio bucal, aumento da inflamação e da reabsorção óssea, e, por comunicação endoperiodontal, formação de bolsa periodontal. O cimento e dentina próximos a área danificada também apresentarão determinado grau de reabsorção. Há ainda uma correlação de que os restos epiteliais de Malassez, que bordejam a raiz, são estimulados e podem levar a formação de um cisto (Lopes; Siqueira; 2015).

Sendo assim, uma vez identificada a perfuração, o tratamento deve ser imediato, a fim de evitar o desenvolvimento microbiano que mantém o processo inflamatório destrutivo (Monteiro et. al, 2017). No tratado de endodontia dos autores Lopes e Siqueira Jr (2015) é demonstrado que existem diferentes contextos que conduzem a diferentes protocolos de tratamento, perante os quais, em síntese, temos três situações:

- Casos em que a perfuração ocorre e não há contaminação da área: o selamento deve ser realizado imediatamente após o acidente, neste caso o prognóstico é melhor.
- Casos em que a perfuração ocorre e há hemorragia intensa ou de grandes amplitudes: o selamento seria realizado em múltiplas sessões com a utilização de medicação intracanal e materiais para confecção de barreiras mecânicas.
- Casos em que a perfuração ocorre e há contaminação: são realizadas em múltiplas sessões, e extinguidos os sinais de sintomas do processo infeccioso, remove-se a medicação e procede-se ao selamento da perfuração, nestes casos o prognóstico é pior. (Lopes; Siqueira Jr 2015)

O material de vedação utilizado no tratamento de perfurações deve idealmente promover uma vedação tridimensional, ser biocompatível, ter ação antibacteriana, não ser absorvível, apresentar radiopacidade e induzir a formação de tecido duro, principalmente o cimento (Eghbal et al. 2014). Mesmo que ainda não atinjam o padrão ouro, o cimento de hidróxido de cálcio (Estrela, 2018), o agregado de trióxido mineral - MTA (Cosme Silva et al. 2016; Torabinejad et al. 2017) ou os recentes cimentos biocerâmicos como o Endo Sequence (Lagisetti et al. (2018), Biodentine e Endo Seal (Adl et al. (2019) são os materiais mais promissores para o tratamento das perfurações radiculares.

Inúmeras pesquisas vêm sendo publicadas a fim de agregar melhores resultados para esses materiais, nessas incluem-se, por exemplo, o acréscimo de fibra de seda (Huang et. al, 2020), enriquecimento com cálcio (Eghbal et. al, 2014) e adição de selênio (Espaladori et. al, 2018). Cada caso induz a um diferente prognóstico e, este, depende do valor estratégico do dente, localização, tamanho da perfuração, potencial para reparação e o tipo de material de vedação utilizado. O hidróxido de cálcio tem efeito antimicrobiano comprovado e é primeira opção para medicação intracanal pois promove a

ativação de enzimas teciduais (como a fosfatase alcalina, que promove efeito de mineralização) e inibe enzimas essenciais à vida bacteriana (Estrela et al. 2018).

O MTA tradicional apresenta melhor capacidade de vedação, no entanto deve ser usado com cautela em termos de estética pois pode alterar a cor da coroa dentária. Já os cimentos reparadores biocerâmicos (cimentos de silicato de cálcio) surgem com a inovação da indução do reparo, apresentando propriedades que facilitam a manipulação e o manuseio, alta biocompatibilidade e aumentam a capacidade de vedação, porém os estudos ainda são recentes e há pouca evidência clínica de que suas propriedades sejam benéficas (Estrela et al. 2018).

A busca pelo material de vedação ideal para o tratamento das perfurações radiculares alcança um ponto importante no ambiente de novas pesquisas endodônticas. Dessa forma, esta revisão literária tem o objetivo de descrever o atual estado da arte em que se encontram os materiais utilizados para o selamento das perfurações radiculares em Endodontia.

## **2 PROPOSIÇÃO**

Descrever o atual estado da arte em que se encontram os materiais reparadores utilizados para o tratamento das perfurações radiculares por meio de uma revisão narrativa da literatura.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão narrativa da literatura foi realizada entre janeiro e novembro de 2020, na qual foram realizadas buscas por artigos científicos publicados em periódicos indexados na base de dados MEDLINE (via *PubMed*). A busca inicial foi realizada utilizando as palavras-chave: “*Endodontic failure*”, “*Mineral trioxide aggregate*”, “*Root perforation*”, “*Silicate based sealer*” e seus entre termos associados ou usados em separado com auxílio de operadores booleanos no período dos últimos 10 anos. Foram selecionados 27 artigos que possuíam aderência ao objetivo desta pesquisa e neste capítulo são apresentados cronologicamente.

Parirokh et al. (2010) apresentaram por meio de uma revisão de literatura diversos estudos que envolvem mecanismo de ação, desvantagens e aplicações clínicas do MTA. Sabe-se que o MTA é um material bioativo e a sua capacidade de dissociar os íons cálcio, sílica, bismuto, ferro, alumínio e magnésio fomentam uma camada intermediária semelhante a apatita carbonatada, a qual libera íons de cálcio e fosfato continuamente e, assim, contribui para a vedação do local e proliferação celular óssea com indução de citocinas regeneradoras de tecido. No entanto, os autores relatam algumas desvantagens no uso clínico desse material, tais como: descoloração dentária, presença do arsênio, ausência de solventes conhecidos para esse material, dificuldade de manuseio, alto custo e tempo de presa longo. Por fim, os autores relatam algumas pesquisas na área de aplicações clínicas com bons resultados para o MTA como em capeamento pulpar; selamento de perfurações; o uso como barreira apical em polpas necróticas em dentes com ápices abertos e para reabsorções externa e interna. Concluem que os estudos com MTA apresentam resultados promissores clinicamente e foram observadas algumas desvantagens que devem ser consideradas durante o seu uso.

Eskandarizadeh et al. (2011) compararam a resposta da polpa dentária ao agregado trióxido mineral branco (WMTA) e cinza (GMTA) e ao Dycal (MTA). Noventa dentes íntegros pré-molares indicados a extração por fins ortodônticos foram submetidos a um desgaste em classe V até uma pequena exposição pulpar (0,5 a 1mm), os dentes foram bem irrigados, os sangramentos contidos, serem selados com ProRootMTA Cinza, ProRootMTA Branco ou Dycal, aleatoriamente, umectados por um palete de algodão úmido e, por fim, restaurados com amálgama. Trinta dentes foram extraídos a cada 30 dias, preparados em laminas, corados por HE e analisados em microscópio óptico. Foram classificados de acordo com o grau de inflamação pulpar (1- sem inflamação- a 4- inflamação grave) e a espessura de dentina formada foi medida com precisão de 10 µm. Os testes ANOVA, Kruskal-Wallis e Mann-Whitney foram aplicados nos resultados, os quais mostraram Dycal apresentou ponte calcificada menor que GMTA em 30 e 60 dias, e menos espessa que WMTA em 90 dias, e maior grau de inflamação (chegando a moderada no grupo extraído após 90 dias) quando comparado a ambos os ProRootMTA. A

versão cinza e branca de ProRootMTA não apresentaram diferença significativa nos parâmetros avaliados ( $P > 0,05$ ).

Koubi et al. (2012) avaliaram, inicialmente, a eficácia clínica do uso de Biodentine quando comparado ao composto Z100® e, posteriormente, o uso de Biodentine como uma substituição da dentina, em restauração conjunta ao Z100®. Para isso, 212 dentes de pacientes de 18 a 80 anos com indicação de restaurações oclusais em dentes posteriores vitais receberam procedimentos com Biodentine (n=96) e Z100® (n=116), sem tratamento de superfície previa e com aplicação de sistema adesivo (All Bond 2, Bisco, IL, EUA), respectivamente. Após o procedimento, o dente foi radiografado e avaliado clinicamente e foram marcados acompanhamentos de quinze dias, seis meses, um ano, dois anos e três anos. Consistência, forma anatômica, adaptação marginal, qualidade do contato proximal, descoloração marginal, rugosidade de superfície, cárie secundária e dor pós-operatória foram avaliações escaladas nesses acompanhamentos. O Biodentine apresentou bom desempenho até o período de seis meses, após isso, começou a apresentar abrasão (88,8%), má qualidade do contato proximal (65%), fratura (21,3%), dentre outros. Nesse momento de análise intermediária, 80 casos foram submetidos a uma restauração adicional com Z100®, por meio da técnica sanduiche, o que constituiu uma vantagem terapêutica aos pacientes. Os testes de análise estatística utilizados nesse estudo foram Teste de Friedman complementado com o teste t de Wilcoxon, bilaterais com nível de significância de 5%. A relevância clínica final foi de que o Biodentine não é um bom material para a realização de restaurações posteriores de forma única, apresentou melhores resultados quando utilizado abaixo de outro compósito para a composição da restauração.

Eghbal et al. (2014) relataram um caso clínico de reparo de uma perfuração de furca com cimento enriquecido com cálcio (CEM). Previamente, o tratamento endodôntico já havia sido realizado, o dente estava obturado e com um preparo para coroa protética; ao exame clínico o dente possuía sinais de uma inflamação local cobrindo a mucosa na região de furca, não era móvel nem sensível a percussão, havia um volume opaco de material na seção coronal da obturação mesial da raiz; radiograficamente notou-se a presença de uma lesão entre as raízes que fora localizada por uma fistulografia com gutta percha, indicando que esta não se estendia até o ápice do dente, sugerindo o diagnóstico de perfuração. Foi administrado bochecho de clorexidina 0,2%, o dente foi isolado, o material restaurador foi removido e os canais localizados. O material de obturação foi removido preservando 4 a 5mm da obturação do ápice e os canais foram embebidos com hipoclorito de sódio a 5,25% por cinco minutos e depois secos com cones de papel. O cimento CEM então foi preparado e colocado nos canais e o dente foi restaurado temporariamente. Uma semana depois os sinais e sintomas diminuíram. O paciente finalizou o tratamento protético que se apresentou totalmente funcional e no acompanhamento de um ano, a radiografia revelou a cura completa da lesão e sua substituição por tecido ósseo, assim, concluindo que

o protocolo terapêutico e o uso do cimento CEM foi uma escolha bem-sucedida. Os dentes foram acompanhados clinicamente e radiograficamente por 12 meses.

Akçay e Sari (2014) avaliaram a relação entre o uso de hipoclorito de sódio como irrigação antibacteriana e o uso de hidróxido de cálcio (HC) e agregado trióxido mineral (MTA). Selecionaram 128 dentes que foram obturados com MTA ou HC, dentro desses, ainda foram criados subgrupos para irrigação com hipoclorito de sódio ou solução salina. Os dentes foram acompanhados clinicamente e radiograficamente por 12 meses. O grupo irrigado por solução salina e selado com MTA apresentou 100% de sucesso clínico e radiográfico. No geral, o uso do hipoclorito como irrigante intracanal não é recomendado em casos de obturação com MTA.

Alobaid et al. (2014) realizaram um estudo retrospectivo de prontuários de dentes decíduos tratados com apicificação ou revascularização, sem seguir um protocolo clínico fixo. Os casos foram tratados em consultas múltiplas, irrigados com concentrações variáveis de clorexidina, hipoclorito de sódio ou EDTA com mínima instrumentação mecânica, medicações intracanaís com por tempo variado, estímulo do sangramento, colocação do MTA a nível da junção cimento-esmalte e restauração com resina. As estatísticas foram calculadas incluindo média, desvio padrão e mediana, valor de  $p \leq 0,05$  e usados o teste exato de Fisher e Teste U de Mann Whitney. Nesse estudo, a maioria dos casos avaliados obtiveram sucesso clínico e radiográfico (87%), mostrando que o uso do MTA é uma boa alternativa para o tratamento de revascularização.

Haghighi et al. (2015) compararam a eficiência entre a nano-hidroxiapatita (NHA) e o cimento de mistura enriquecida por cálcio (CEM) no tratamento de capeamento pulpar direto em dentes decíduos. Para isso, 20 caninos decíduos sadios que já seriam extraídos a fins ortodônticos receberam preparo cavitário classe V até a criação de uma exposição pulpar, o dente foi então irrigado com solução salina. Após a obtenção da hemostasia, cada canino (de um mesmo paciente), foi restaurado com NHA ou CEM e mantidos em boca por 60 dias e, posteriormente, extraídos e preparados em cortes corados pelo método HE. As amostras foram avaliadas por um patologista, o qual detectou o tipo e qualidade da formação de tecido duro e a presença e o grau de inflamação. Os resultados foram analisados pelo teste de Fisher, adotando valor de  $P < 0,001$ , o qual revelou que a formação de tecido duro foi maior nas amostras com CEM do que com NHA, a qual, também, apresentou maiores pontuações de inflamação. Conclui-se que a nano-hidroxiapatita tem eficácia inferior ao cimento enriquecido por cálcio para o tratamento de capeamento pulpar em dentes sadios.

Cosme-Silva et al. (2016) relataram o caso e o acompanhamento a longo prazo de um reparo de perfuração radicular com MTA de um segundo molar inferior. O paciente apresentava dor à mastigação no elemento que era pilar de uma prótese fixa e na radiografia foi observada lesão periapical. Durante a remoção da prótese e do retentor metálico para o retratamento, ocorreu a perfuração da face

mesial da raiz distal. Tratado com ampliação microscópica, o sangramento foi controlado pela irrigação com hipoclorito a 1% e aplicação de agente hemostático por 2 minutos, o selamento foi feito com a pasta salina estéril e o MTA adaptado com aplicador de microbrush umedecido em água destilada. Após uma semana a nova radiografia do dente mostrou o MTA na região da perfuração; a obturação provisória foi removida com solvente a base de eucaliptol, brocas Gates-Glidden e limas K; e os canais foram instrumentados até limas de diâmetros #30 e #35 para os canais mesial e distal, respectivamente, adjunto a uma irrigação abundante com hipoclorito de sódio 1% e EDTA. Os canais foram secos com pontas de papel estéril e obturados com pontas de guta-percha e selante AH 26 ® (Dentsply, DeTrey Konstanz, Alemanha). O dente foi restaurado com pino intracanal e coroa de metalo-cerâmica. O acompanhamento foi feito após 3 dias, 6 meses, 3 anos, 7 anos e 10 anos, o dente apresentou-se assintomático e funcionalmente estável, testes de sensibilidade e sondagem periodontal dentro da normalidade; foram realizadas, também, radiografias e tomografia computadorizada de feixe cônico que confirmam a ausência de imagens radiolúcidas na região da perfuração e do periápice, evidenciando que o uso do MTA foi bem sucedido.

Schmidt et. al. (2016) analisaram a influência do uso de microscópio cirúrgico na qualidade de adaptação marginal e selamento com MTA Angelus e GIC fotopolimerizável. Foram realizadas perfurações com angulação 45° com ponta 1012HL em alta rotação no terço cervical da parede vestibular de incisivos inferiores, os quais foram divididos em 4 grupos de acordo com o material que foi utilizado para o selamento: MG - MTA sem microscopia; VG - Vitremer sem microscopia; MOMG - MTA com microscopia; VOMG - Vitremer com microscopia. Posteriormente os dentes foram preparados em um fragmento de 3,5 mm de comprimento que incluiu a área da perfuração e analisados em microscópio de varredura a laser e medição tridimensional (3D) LEXT OLS4100, o qual mediu o desajuste volumétrico (medindo o volume de áreas livres). Os testes de Kruskal-Wallis e Dunn avaliaram diferenças marginais de adaptação entre os grupos. A análise de variância unilateral (ANOVA com  $p < 0,05$ ) e os testes post hoc de Tukey compararam os dados de desajuste de volume entre os grupos, e, em relação aos materiais, o Vitremer ( $143,33 \pm 82,31$ ) mostrou menor desajuste marginal quando comparado ao MTA ( $312,22 \pm 43,81$ ), já a adaptação marginal dos materiais foi maior nos selamentos que foram feitos com uso do microscópio. Concluiu-se que o uso do microscópio cirúrgico durante o reparo de perfurações laterais garantiu melhores resultados e que o material que promoveu um melhor selamento das margens foi o Vitremer.

Campos et al. (2016) avaliaram o conhecimento sobre a conduta a ser utilizada pelos acadêmicos de Odontologia nos casos de perfuração da região de furca de molares permanentes por meio de uma pesquisa quantitativa, exploratória e descritiva. O instrumento de coleta de dados foi um questionário com dez questões, respondido por 179 acadêmicos de Odontologia do quinto ao décimo período do curso. Os resultados demonstraram que 42,46% dos participantes escolheram como conduta

a lavagem e aplicação do MTA, possuindo também a maior frequência nos 38,55% que optaram pelo tecido infectado apicalmente à perfuração como fator de maior influência no prognóstico. Quanto aos sinais clínicos imediatos, 44,69% relataram sensibilidade do paciente à introdução da lima, sangramento persistente e edema, quando na verdade o edema não se faz presente de imediato. A sequência clínica de maior escolha 40,88% foi irrigar abundantemente com hipoclorito de sódio a 2,5%, esperar a hemostasia e aplicar o material selador. Evitar a reabsorção óssea e a perda do ligamento periodontal teve a maior prevalência 45,81% entre os objetivos do selamento da perfuração. Conclui-se que os acadêmicos apresentariam uma conduta ainda deficiente frente à perfuração de furca principalmente no que se refere ao reconhecimento dos sinais clínicos e a sequência de tratamento.

Grewal et al. (2016) realizaram um estudo clínico randomizado para avaliar a eficácia clínica do Biodentine no tratamento de pulpotomia regenerativa, bem como suas vantagens sobre o hidróxido de cálcio. Para isso, foram selecionados 40 molares decíduos vitais indicados a pulpotomia, bilateralmente. As polpas foram acessadas e devidamente preparadas seguindo o protocolo do tratamento, as cavidades foram fechadas com Biodentine ou Pulpdent (hidróxido de cálcio), os dentes reavaliados após 24 a 48 horas e, na ausência de dor, metade da obturação inicial foi removida e restaurada com amálgama e resina composta nanohíbrida, respectivamente. A avaliação clínica foi feita no intervalo de 3, 6 e 12 meses; já a avaliação radiográfica, após 6 e 12 meses, por onde a ponte de dentina neoformada foi medida. Os valores foram analisados por teste t pareado, ANOVA, coeficiente de correlação interclasse (ICC) e teste alfa de Cronbach. Os resultados mostraram que houve uma deposição de dentina terciária significativamente maior no grupo obturado com Biodentine ( $0,910 \pm 0,319$ ) do que com hidróxido de cálcio ( $0,668 \pm 0,259$ ) e, além disso, o grupo obturado com hidróxido de cálcio apresentou dois casos de reabsorção interna com 6 e 12 meses. Portanto, Biodentine apresentou vantagens clínicas quando comparado ao hidróxido de cálcio no tratamento de pulpotomia regenerativa.

AlRahabi et al. (2017) realizou um estudo para avaliar a qualidade técnica, a proporção de erros iatrogênicos e os dentes mais acometidos por esses de tratamentos endodônticos realizados por alunos do quarto e quinto ano de graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade de Taibah. Foram selecionados 280 registros de pacientes atendidos e, posteriormente, avaliados radiograficamente por dois endodontistas no quesito de qualidade técnica e erros de procedimento, os quais resultaram nos seguintes valores: 193 dentes (68,9%) com tratamento endodôntico adequado e 87 (31,1%) inadequado, dentre os quais apresentaram frequência de erros de preenchimento insuficiente da obturação, 49,9%; enchimento excessivo da obturação, 24,1%; vazios na obturação, 12,6%; instrumentos quebrados, 9,2%; perfuração apical, 2,3%; e transporte de canal radicular, 2,3%. Nesse estudo, os molares inferiores foram os dentes mais acometidos pelas iatrogenias endodônticas (43,1%) e os incisivos superiores foram os menos atingidos (19,2%). Foi aplicado o teste do qui-quadrado com variância  $p < 0,05$ . Por fim,

constatou-se, equiparando os erros entre os dois anos analisados, que não houve diferença significativa entre eles.

Monteiro et al. (2017) relataram um caso de reparo imediato com MTA em uma perfuração radicular na região de furca de um primeiro molar inferior. Inicialmente, a perfuração radicular foi preenchida imediatamente com pasta de hidróxido de cálcio e selada com cimento de ionômero de vidro; posteriormente, a instrumentação dos canais radiculares foi feita com o instrumento ProTaper SX, obteve-se o comprimento de trabalho por meio de um localizador foraminal, e a patência apical foi realizada com um instrumento Pathfile (19/0,02); os canais radiculares foram irrigados até a instrumentação final com F2 (25/0,08) com hipoclorito de sódio 2,5% e a irrigação final foi com EDTA 17% por 3 minutos. Posteriormente, os canais radiculares foram aspirados e secos com pontas de papel absorvente, em seguida, a obturação endodôntica foi realizada com guta-percha F2 e cimento à base de resina epóxi. Os resíduos do cimento endodôntico foram limpos com xilol na câmara pulpar, a proteção do cimento de ionômero de vidro foi removida e toda a perfuração da furca irrigada com solução salina. A perfuração foi então aspirada com pontas endodônticas específicas. O pó de MTA foi manipulado na proporção de 1: 1 e aplicado sobre todo o ligamento periodontal e em aproximadamente 2 mm da perfuração, logo após foi protegida com cimento de ionômero de vidro e, a coroa dentária, restaurada com sistema adesivo autocondicionante e resina composta. O acompanhamento foi feito após 180 dias, com ausência de sinais radiolúcidos na radiografia e sintomatologia, e após sete anos, revelando um reparo ósseo significativo na região de furca por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico, resultando num protocolo clínico satisfatório.

Brizuela et al. (2017) compararam a eficácia clínica entre o uso de hidróxido de cálcio, MTA e Biodentine no capeamento pulpar direto em dentes permanentes. Para isso, 169 pacientes com idades entre 7 a 16 anos com dentes com menos de 2 mm de exposição à cárie, crescimento radicular completo ou incompleto, e teste pulpar compatível com polpa normal ou pulpíte reversível foram incluídos na pesquisa. Esses dentes foram submetidos a todo o protocolo clínico de capeamento pulpar direto e divididos em três grupos de acordo com o material utilizado para o selamento da câmara pulpar: grupo 1 (hidróxido de cálcio), grupo 2 (MTA) e grupo 3 (Biodentine); após a presa dos materiais (no caso do MTA, esperava-se sua definição parcial) os dentes foram obturados com camada de forro de ionômero de vidro (Vitrebond;3M ESPE, St Paul, MN) e resina (Filtek Z350 XT Universal Restorative; 3MESPE). Os acompanhamentos foram realizados em 1 semana, 3 meses, 6 meses e 1 ano. Esse estudo obteve uma taxa de abandono de 59,2% ao final de um ano, o que pode interferir nos resultados. Após 1 semana, houve 100% sucesso clínico. Aos 3 meses, houve 1 falha no grupo 1. Aos 6 meses, ocorreram 4 novas falhas (1 no grupo 1 e 3 no grupo 2). Não houve diferença significativa de acordo com o teste exato de Fischer ( $p < 0,05$ ). Por fim, os autores então mostram que ambos os cimentos de silicato de cálcio são boas alternativas para a substituição do hidróxido de cálcio no tratamento de capeamento

pulpar direto. Ao longo do estudo, as vantagens do Biodentine foram bem ressaltadas como a sua estabilidade de liberação e formação de ponte de dentina, estabilidade de cor, rápido tempo para a presa, biocompatibilidade e fácil manipulação.

Scelza et al (2017) avaliaram a resposta de osteoblastos primários humanos frente ao uso de Biodentine por meio de experimentos *in vitro*. Para isso, 1 ml de meio de cultura celular de osteoblastos humanos primários foi incubado e testado com 0,2g de MTA, 0,2g de Biodentine, fragmentos de látex (controle positivo) e esferas densas de poliestireno (controle negativo); cultivados e sub cultivados a 37 ° C / 5% de CO<sub>2</sub> e avaliados por 24h ou 42 dias. Foi utilizado um kit de ensaio multiparamétrico para avaliar a atividade desidrogenase mitocondrial, integridade da membrana e densidade celular. Nos resultados após 24h, Biodentine e MTA apresentaram valores estatisticamente equivalentes; no entanto, após 42 dias, o MTA apresentou viabilidade celular inferior a 50% nos três parâmetros avaliados, enquanto não houve diferença estatística para o Biodentine. Concluíram que *in vivo* o Biodentine é citocompatível aos osteoblastos humanos.

Parirokh et al. (2017) reuniram uma coletânea de publicações científicas que visam avaliar os cimentos endodônticos bioativos (BECs) disponíveis no mercado (de outubro de 2009 a março de 2017) e, para isso, analisaram estudos sobre os comportamentos das diferentes marcas desses materiais frente a terapias clínicas de polpa vital em estudos *in vitro* e *in vivo*. Estão inclusas nessa revisão pesquisas com as novas marcas, bem como suas comparações ao tradicional MTA: BioAggregate, Biodentine, BioRoot RCS, cimento de mistura enriquecida com cálcio, Endo-CPM, Endocem, EndoSequence, EndoBinder, EndoSeal MTA, iRoot, MicroMega MTA, MTA Bio, MTA Fillapex, MTA Plus, NeoMTA Plus, OrthoMTA, Quick - Set, RetroMTA, Tech Biosealer e TheraCal LC. No geral, cimentos endodônticos bioativos que apresentam menor tempo de presa (um dos motivos para a diversificação desses materiais em relação ao MTA comum) são o Quick Set (Avalon Biomed Inc, Bradenton, FL, patente pendente) e o EndoSeal MTA (Maruchi, Wonju, Coreia), por conveniência de aproximadamente doze minutos. A comparação e análise das características desses materiais ainda é pouco padronizada, existem variáveis que interferem na equiparação de estudos e seleção da melhor conduta.

Torabinejad et al. (2017) reuniram essa segunda coletânea de estudos científicos comparando os mesmos cimentos endodônticos bioativos (BEC) e seus respectivos comportamentos em terapias de dentes com polpas necróticas, como: tampões apicais em dentes com ápice aberto, regeneração pulpar, reparo de perfurações, e reabsorção radicular interna e externa clínica. Relataram algumas considerações de situações clínicas e respectivos comportamentos dos cimentos endodônticos bioativos em relação às desvantagens do MTA convencional, tais como: descoloração dentária variável (BECs contendo óxido de bismuto são mais prováveis de descolorir, contaminação de sangue, tipo de irrigante usado no tratamento (sabe-se que NAOCL oxida o óxido de bismuto presente em alguns BECs,

levando a uma instabilidade de cor), ambiente e iluminação. Apresentaram, também alguns testes científicos que direcionam medidas para evitar a alteração de cor causada pelos BECs e seus possíveis efeitos sistêmicos. Finalizaram com a nota de que os estudos que comparam o MTA com esses novos cimentos endodônticos bioativos ainda apresentam grandes falhas na metodologia, o que dificulta a seleção final do melhor material.

Espaladori et al. (2018) realizaram uma comparação entre a expressão de citocinas do MTA puro e do MTA somatizado ao selênio em primeiros molares superiores esquerdos e direitos, respectivamente, de quinze camundongos isentos de germes com perfuração experimental de furca. Os animais foram anestesiados e as câmeras pulpares foram acessadas sob microscopia endodôntica, os devidos reparos das cavidades foram realizados com preparação do MTA seguindo normas do fabricante e com incorporação de solução de selenito de sódio 1 $\mu$ M. Após isso, os animais foram sacrificados aos 7, 14 e 21 dias após a perfuração e seus tecidos perirradiculares foram removidos assepticamente e conservados a -70°, o mRNA dessa região foi isolado e incubado, e, por transcrição reversa, o DNA complementar foi sintetizado. O teste PCR foi realizado para expressar expressão de mRNA de INF- $\gamma$ , TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , IL-17, IL-10, TGF- $\beta$ , IL-4, RANK e RANKL quantidade e, a partir disso, a análise estatística foi realizada pelos testes de análise de variância, Kruskal-Wallis, teste t e teste Z. O nível de significância adotado foi de 95%, e um valor de  $p < 0,05$  foi considerado significativo. Concluiu-se então que o Selênio não apenas manteve o mesmo perfil de citocinas induzido pelo MTA, mas também levou a níveis mais elevados de expressão tardia de TNF- $\alpha$  e IL-10, uma estimula processos angioproliferativos que culminam na cicatrização da perfuração furcal e a outra inibe as respostas pró-inflamatórias e estimula o início da cicatrização em um determinado local. Esses resultados apoiam a hipótese de que o Selênio pode melhorar a capacidade do MTA de tratamento da perfuração radicular.

Estrela et al. (2018) discutiu alternativas terapêuticas contemporâneas para o tratamento de perfurações de canal radicular por meio de uma revisão narrativa da literatura. Inicialmente, o sangramento persistente é um sinal avaliado e o cirurgião dentista o finaliza o diagnóstico clínico em conjunto a localizador apical, radiografia periapical (imagens radiolúcidas em comunicação com as paredes do canal) e tomografia computadorizada de feixe cônico. O prognóstico do tratamento da perfuração envolve diferentes fatores: tempo (entre a ocorrência da perfuração e o preenchimento adequado); extensão (o tamanho da perfuração é proporcional à destruição óssea e resposta inflamatória); localização (perfurações localizadas apical ou coronal ao osso da crista óssea e inserção epitelial possuem melhor prognóstico em canais acessíveis); tipo de dente (junto com sua posição estratégica e inclinação); espessura do tecido gengival e osso (quanto mais espesso maior o nível de sucesso); e a condição sistêmica do paciente (resposta imunológica eficiente contribui para o processo de reparo). Retrospectivamente, essa revisão analisou as características de três materiais reparadores: o hidróxido de cálcio possui duas ativações enzimáticas – fosfatase alcalina (efeito mineralizante) e

inibição de enzimas bacterianas (ação antimicrobiana) e, por essa característica, é comumente utilizado como medicação intracanal antes da obturação final; o MTA (quimicamente composto por silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico, óxido de silicato e pó de óxido de bismuto – para torná-lo radiopaco) apresenta bom desempenho obturador e comportamento tecidual com capacidade de melhorar o processo de mineralização, no entanto, causa alteração da cor natural da coroa (quando o óxido de bismuto entra em contato com o colágeno presente na matriz dentária e também em casos de uso de hipoclorito de sódio); e, por fim, para facilitar o manuseio, após o MTA, surgiram os cimentos biocerâmicos (compostos principalmente de silicato dicálcico e silicato tricálcico), com as vantagens de alta biocompatibilidade, alta resistência a compressão, características físicas semelhantes a da dentina, excelente vedação (resultante da formação de superfície mineralizada com marcadores que estendem-se para os túbulos dentinários e de sua expansão após hidratação e pega), atividade antimicrobiana, bons resultados a citotoxicidade e, por promoverem maior sobrevivência e diferenciação de células da papila apical (Silva et Al.), também apresentaram-se como regenerativos, porém, com ainda poucos estudos in vivo. Concluiu então que o diagnóstico, o selamento imediato, a intensidade da agressão e o controle da contaminação são alguns dos fatores que interferem no bom prognóstico do tratamento, e que, atualmente, devido a sua alta taxa de sucesso, o MTA é o material de reparo mais utilizado.

Lagiseti et al. (2018) compararam a capacidade de selamento de perfurações radiculares de EndoSequence BC, Pro-root (MTA) e Zirconômero. O estudo foi realizado em 48 molares humanos extraídos e desinfetados, nos quais foi confeccionada uma perfuração na região furcal e foram seccionadas suas raízes a nível de 3mm da furca, uma mecha de algodão úmido foi introduzido na região para imitar as condições orais; posteriormente, foram divididos em 4 grupos de acordo com os materiais de reparo: Grupo 1 - Endosequence - massa de endurecimento rápido; Grupo 2 - Zirconômero; Grupo 3-MTA (controle positivo); Grupo 4 - controle negativo. Todos os dentes foram imersos em corante azul de metileno 2% por 48 h e depois seccionados no sentido vestibulo-lingual para que fosse examinada a extensão linear da penetração do corante sob estereomicroscópio. Sob análise estatística e aplicando o teste ANOVA para o comprimento da perfuração, teste de Kruskal-Wallis para a diferença na profundidade de penetração do corante e teste U de Mann-Whitney para a comparação de pares entre os grupos, os resultados do comprimento médio foram: Grupo 1 -  $3,12 \pm 0,8$ , Grupo 2 -  $3,55 \pm 1,5$ , Grupo 3 -  $2,75 \pm 0,6$  e Grupo 4 -  $3,0 \pm 0,7$ . Esses resultados não foram estatisticamente significativos ( $p = 0,28$ ) e mostram que mesmo com todos os materiais apresentando microinfiltração, Endosequence e MTA tem melhor capacidade de selagem em comparação com Zirconomer e, embora o MTA tenha mostrado mais microinfiltração em comparação ao Endosequence, ainda é considerado o padrão ouro no reparo de furca.

Parinyaprom et al (2018) realizaram um ensaio clínico randomizado para análise de eficácia e descoloração dentária de capeamentos pulparem diretos em dentes permanentes com ProRoot MTA ou

Biodentine. Cinquenta e cinco dentes permanentes cariados com exposição pulpar de até 2,5mm e não necrosados receberam tratamento endodôntico com irrigação com hipoclorito de sódio 2,5%, selamento via capeamento pulpar direto com ProRootMTA (n=28) e Biodentine (n=27), e restauração imediata com ionômero de vidro modificado por resina (Vitrebond; 3M ESPE, St Paul, MN) e resina composta, amálgama ou um SSC, respectivamente. O acompanhamento clínico e radiográfico foi realizado a cada 6 meses com período variado. Dos critérios para falha clínica, foram considerados: teste negativo ao frio, dor à percussão, inchaço, exsudação purulenta, fístulas em tecidos moles e periodontais, sensibilidade dentária e descoloração de coroa; já para a falha radiográfica: perda da lâmina dura, formação de raiz descontínua ou lesão periapical mais avançada. Esses critérios foram avaliados por diversos examinadores pós-graduados em concordância final única. A taxa de sucesso do Biodentine (96,4%) foi maior que a do ProRoot MTA (92,6%); e a descoloração cinza foi percebida por meio de comparações fotográficas apenas no grupo com ProRootMTA (55%). Os resultados foram submetidos a comparação ao teste Fischer para resultados categóricos e ao teste U de Mann-Whitney para resultados contínuos, com diferença significativa em  $P < 0,05$ . Conclui-se que o Biodentine apresentou resultados ligeiramente superiores em relação ao MTA para a realização de capeamento pulpar direto em molares permanentes cariados.

Mythraiye et al. (2019) realizaram um estudo in vivo dos parâmetros clínicos e radiográficos de diferentes materiais para o tratamento de pulpotomia em dentes decíduos. Para isso, 84 molares decíduos foram pulpotomizados e endodonticamente selados com MTA (Grupo I), Biodentine (Grupo II) e Pulpotec (Grupo III) (n=28); e por fim, obturados com óxido de zinco e eugenol, seguido de cimento ionômero de vidro e uma coroa de aço inoxidável após 10 dias. O acompanhamento clínico e radiográfico desses casos foi feito após o período de um mês, três meses e seis meses. Os resultados mostraram que após o primeiro mês ambos os grupos apresentaram 100% de sucesso clínico e radiográfico; após 3 meses a taxa de sucesso clínico do Grupo I reduziu para 96% e dos Grupos 2 e 3 manteve-se; após 6 meses o sucesso clínico e radiográfico foi de 96% para o Grupo I, 100% e 90% para o Grupo II e 100% para o Grupo III, respectivamente. Para a análise estatística as informações foram submetidas ao teste exato de Fischer e ao teste Qui-Quadrado. Deve-se considerar que a amostra e o tempo de acompanhamento foram relativamente pequenos. Portanto, ao final desse estudo concluíram que desses agentes de tratamento para pulpotomia, o Pulpotec apresentou resultados mais favoráveis.

Adl et al. (2019) investigaram a resistência ao deslocamento do cimento EndoSeal MTA, à base de silicato de cálcio contendo pozolana, em comparação com os cimentos ProRoot MTA e Biodentine na presença e ausência de contaminação por sangue. Para isso, foram realizadas perfurações de furca em 180 primeiros molares inferiores humanos que foram reparadas com os três materiais estudados. Os dentes foram alocados em 12 grupos, de certa forma que uma metade das amostras foram contaminadas com sangue humano e a outra, com soro fisiológico. Foi realizado um teste de push-out

após 24 horas e 7 dias. Após isso, as amostras foram divididas ao meio e examinadas para avaliar o padrão de falha na adesão. Os dados foram analisados por meio do teste de ANOVA, Tukey e teste t. O tipo de falha de retenção mais comum foi a mista para o ProRoot MTA e o Biodentine, e a coesa para o EndoSeal MTA ( $p < 0.001$ ). Em ambos os intervalos de tempo e na presença e ausência de contaminação com sangue, o ProRoot MTA e o Biodentine apresentaram valores de retenção significativamente maiores do que o EndoSeal MTA ( $p < 0.001$ ). Conclui-se que ambos são melhores opções para o reparo de perfurações radiculares.

De Souza Reis et al. (2019) apresentaram o comportamento do tecido da região de furca com selamento imediato com Biodentine™ e MTA Angelus™ por meio de uma pesquisa experimental. Sessenta molares inferiores de ratos foram perfurados propositalmente com um diâmetro de cerca de 1mm na área de furca, logo após inspecionados, irrigados com água destilada e controlados os sangramentos; imediatamente foram divididos em e preenchidos com MTA e restauração de amálgama de prata, Biodentine™ e restauração de amálgama de prata, apenas com Biodentine™, gutta-percha branca e restauração de amálgama (controle positivo), e não selados (controle negativo). Após 14 e 21 dias obtiveram cortes preparados com descalcificação, desidratação, inclusão em parafina e coração com hematoxilina e eosina para a análise histológica, a qual foi descritiva; já a reabsorção óssea, o reparo de cimento na área furcal e intensidade e extensão de infiltrado inflamatório foram classificados em uma pontuação de 1-4 ( $Kappa > 0,90$  para todas as variáveis e adoção de um valor de  $p < 0,05$  para as diferenças estatísticas). Nos resultados observaram que o Biodentine™ e o MTA Angelus™ atingiram uma redução de resposta inflamatória quando comparados ao grupo controle negativo em 21 dias, porém no grupo em que o selamento com Biodentine™ não foi completado com restauração de amálgama essa redução de inflamação foi menos visível, concluindo, então, que a capacidade desse material como restaurador é menos eficaz do que a de selante de furca.

Tran et al. (2019) determinaram a estanqueidade da dentina neoformada sob o reparo com MTA e Biodentine usando microscopia eletrônica (SEM) e espectroscopia. Quatorze ratos receberam tratamento com Biodentine™ (lado esquerdo) e MTA (lado direito) em seus molares superiores cavitados artificialmente, logo após, as cavidades foram restauradas com compósito fotopolimerizável, depois de 30 dias os animais foram sacrificados e as amostras dos dentes preparadas coradas por HE e separadas em blocos de resina metacrilato. A análise SEM foi utilizada para a observação morfológica, a análise EDX comparou a energia para fósforo e cálcio entre dentina secundária e ponte de dentina reparadora e o EDX avaliou a composição química das duas dentinas. Na avaliação histológica, não foi observado nenhum defeito de túnel e a ponte reparadora foi contínua tanto para o MTA quanto para o Biodentine; na análise SEM, Biodentine e MTA apresentaram resultados semelhantes com formação de tecido mineralizado homogêneo mas com menor quantidade de túbulos dentinários quando comparados a dentina decídua (grupo controle); no método EDX a energia dispersiva em raios-X (em relação Ca/P)

foi um pouco menor com MTA (1,69) em relação ao Biodentine™ (1,75); por fim, a análise Raman, a qual mostra a ponte mineralizada da dentina, apresentou que o pico inorgânico e orgânico foi maior nos grupos com o uso dos cimentos a base de silicato de cálcio e, no entanto, o pico de fosfato foi maior com dentina decídua. Esse estudo conclui que, a nível histológico, o MTA e o Biodentine™ são boas alternativas capazes de induzir a formação de uma dentina reparadora parecida com a decídua, em alguns pontos.

Huang et al. (2020) investigaram o tempo de presa, propriedades mecânicas e biocompatibilidade do MTA fixado por uma solução de fibroína de seda (SF) a 5% em peso. Para isso, foram testados SavDen® MTA e ProRoot® MTA na proporção (L/P) 1:4 e 1:3, respectivamente, e estes, foram solubilizados com água deionizada ou solução de SF 5%. Posteriormente, o tempo de presa inicial (registrado quando a agulha sob uma haste móvel pesando 300 g com um 1mm de diâmetro formou uma marca de compressão com menos de 1 mm de profundidade), resistência a tração diametral (avaliada por uma máquina de teste universal a uma velocidade de 0,5 mm / min a partir da equação de  $D TS= 2 P/ \pi b w$ , com P representando o pico de carga (N), b para o diâmetro (mm) e ew para o comprimento (mm) do cilindro). Cultura celular, citotoxicidade e proliferação foram as propriedades comparadas entre os grupos nesse teste; microscopia de varredura eletrônica também foi utilizada para analisar a superfície do cimento e a morfologia celular MG-63 sobre esta. Os resultados mostram que a manipulação foi mais fácil, o tempo de presa inicial sofreu uma redução de 83,9% e 42,1%, a resistência à tração diametral apresentou aumento significativo após solidificação e células MG-63 representaram um estado mais saudável e mais aderente na superfície do MTA, concluindo as principais vantagens de usar uma solução de SF de 5% em peso como acelerador de hidratação alternativo com ambos SavDen® MTA e ProRoot® MTA.

Bilaiya et al. (2020) compararam e avaliaram a precisão dos localizadores iPex, Root ZX mini e Epex Pro Electronic apex locators no diagnóstico de perfurações radiculares em condições secas e úmidas. Foram selecionados 30 pré-molares inferiores humanos unirradiculares retos e extraídos com canal único que foram incorporados em alginato e perfurados artificialmente com diâmetro de 1,5mm no terço médio da raiz. Depois disso, as medidas eletrônicas foram calculadas por todos os localizadores apicais eletrônicos até o local da perfuração, usando uma lima de 20 K com o canal seco, irrigado com hipoclorito de sódio 5%, irrigado com clorexidina 2% ou irrigado com 17% de ácido etilenodiaminotetracético. A partir disso, foram comparados o comprimento real e ao comprimento eletrônico obtido e, com uma análise estatística foi feita usando ANOVA ( $p=0,05$ ) de uma via com HSD e o teste de Tukey para comparação de pares, os resultados obtidos mostraram que as perfurações foram determinadas dentro de uma faixa clinicamente aceitável de 0,03–0,05 mm por todos os três localizadores apicais eletrônicos, não houve diferença significativa na precisão quando usados com

diferentes irrigantes, essa diferença se evidenciou entre o meio seco e úmido, e, por fim, dos localizadores e condições analisados, o Root ZX mini em condições secas deu uma leitura mais precisa.

#### 4 DISCUSSÃO

As perfurações são consideradas falhas graves na prática endodôntica e ocorrem principalmente em dentes posteriores aliados a falta de experiência clínica do profissional (AlRahabi et al. 2017).

O tratamento das perfurações radiculares demanda do profissional domínio de técnicas de manipulação de tecidos moles, ósseos e periodontal, assim como a compreensão das propriedades de diversos materiais e técnicas para o reparo das mesmas, fato preocupante, pois finalistas de cursos de Odontologia possuem deficiências de formação que podem repercutir na incorreta conduta frente ao tratamento da perfuração em molares conforme relatam os resultados apresentados por Campos et al. (2016), que entrevistou estudantes de odontologia abordando como deveriam agir frente a um caso de perfuração radicular e apenas 42,4% escolheram como conduta plausível a lavagem do local e aplicação do MTA como material de escolha e apenas 38,55% reconheceram que o tecido infectado da perfuração é um fator de maior influência no prognóstico do caso.

As perfurações radiculares, podem ter origem patológica ou acidental. Cáries extensas e reabsorções radiculares internas ou externas também podem desencadear uma perfuração patológica, enquanto na acidental, originam-se de erros iatrogênicos durante o tratamento endodôntico. Um estudo recente de coleta de dados notificados de falhas em procedimentos de saúde em países nórdicos feito por Vehkalahti et al (2020) relatou que 29% das lesões endodônticas foram perfurações acidentais graves, as quais acometem mais dentes anteriores de pacientes com idade superior ou igual a 55 anos. No caso das perfurações localizadas no canal radicular, elas predominam em dentes anteriores (90,9%), já as perfurações em câmara pulpar, predominam em dentes posteriores (72,8%).

Como visto anteriormente as perfurações são acidentes comuns na prática clínica e um bom tratamento para estes casos demanda um correto diagnóstico e o conhecimento de sua etiologia (Regan et al. 2015). Classificar a etiologia da perfuração, sua localização, acessibilidade e condições de estruturas anatômicas adjacentes são essenciais para o gerenciamento das estratégias que serão utilizadas para a viabilização do tratamento e manutenção do elemento dental na cavidade oral.

Sendo assim, as imagens radiográficas e tomográficas são de grande importância para o planejamento e prognóstico destes casos. Shokri et al. (2014) realizaram um estudo que evidenciou que imagens de tomografia de feixe cônico apresentaram maior sensibilidade, precisão e especificidade para o diagnóstico de perfurações; porém no cotidiano clínico, as radiografias são as mais utilizadas e apresentam, também, uma boa imagem da perfuração, muitas vezes sendo necessário a utilização dos dois métodos para se conseguir um bom planejamento do tratamento e um bom prognóstico do caso.

Outro fator determinante para o bom prognóstico do tratamento de perfurações é a escolha do cimento reparador permanente para cada tipo de caso. Os cimentos reparadores para o selamento de perfurações também são utilizados em capeamentos pulpare, tratamento de reabsorções e em dentes com ápice aberto. No capeamento pulpar indireto, estudos com dentes permanentes obtiveram sucesso quando utilizados cimento de mistura enriquecida com cálcio (CEM), cimento Portland, Biodentine e TheraCal LC, (Torabinejad et. Al., 2017).

Já no capeamento pulpar direto, em dentes decíduos, o uso de CEM proporcionou maior formação de dentina e nenhuma inflamação pulpar (Haghgoo et al. 2015); em dentes permanentes existem estudos em níveis histológicos com ProRoot MTA branco e cinza, os quais não diferem em relação a qualidade dos resultados (Eskandarizadeh et al. 2011) e MTA Angelus, e existem estudos clínicos que, a longo prazo, mostraram que o uso do ProRoot MTA apresentou vantagens em relação ao tratamento convencional com hidróxido de cálcio em relação a sinais clínicos e radiográficos.

Na pulpotomia parcial ainda não há evidências científicas clínicas que comprovem a superioridade do MTA ao uso de hidróxido de cálcio. Já na pulpotomia completa, os estudos e as revisões literárias diferem muito no quesito comparativo, ainda não há conclusão científica de que o MTA é um material ideal para substituir o hidróxido de cálcio; Grewal et al. (2016) mostrou que o uso de Biodentine proporcionou um maior aumento de espessura de ponte dentária quando comparado ao hidróxido de cálcio em dentes decíduos; em dentes permanentes, em análise geral, o uso de MTA apresentou maior taxa de sucesso nesse tratamento e, clinicamente, a irrigação com hipoclorito de sódio pode levar a uma taxa de insucesso do cimento (Akçay e Sari 2014).

Na regeneração pulpar, com função de selamento da restauração coronal com a porção radicular, o ProRoot MTA, MTA Angelus, EndoSequence Bioceramic putty, Biodentine e cimento CEM apresentaram biodisponibilidade, adaptação e selamento marginal e, em comparação ao uso de hidróxido de cálcio, houve uma maior formação de estrutura dentária ao longo da raiz, mas com a desvantagem de reinfecção, alteração na cor e dores intra e pós operatória (Alobaid et al. 2014). No reparo de perfurações radiculares, inúmeros estudos mostraram prognóstico favorável para o uso de MTA Angelus, ProRoot MTA, ProRoot MTA da cor do dente, Root MTA, cimento Portland, Biodentine e cimento CEM e que a associação de tecnologias (como o uso do microscópio), aumentam as taxas de sucesso do tratamento. Nos casos de reabsorção radicular interna e externa, o uso de BECs apresentaram algumas vantagens como: redução do custo, do risco de fratura e de trocas de medicação intracanal, como é o caso do hidróxido de cálcio (Torabinejad et al. 2010; Torabinejad et al. 2018).

Frente a algumas desvantagens do MTA, como a descoloração dentária, presença do arsênio em sua composição (elemento tóxico), ausência de solventes conhecidos para esse material,

dificuldade de manuseio, alto custo e tempo de presa longo (Parirokh, 2010), o material Biodentine™ (Septodont, Sair Maur de Fossés, França) foi introduzido no mercado odontológico, composto por silicato tricálcico, silicato dicálcico, carbonato de cálcio, óxido de ferro e óxido de zircônio, e em seu líquido, cloreto de cálcio (acelerador), polímero solúvel em água e um agente redutor de água.

O Biodentine funciona como um material substituto bioativo da dentina, uma vez que capta íons de cálcio e sílica e formam uma camada de apatita após a imersão em solução de fosfato (Scelza M., 2017).

Koubi (2012) avaliou o comportamento do Biodentine em dentes posteriores e concluiu que esse material não é recomendado para uso como restauração completa oclusal, podendo apresentar abrasão e má qualidade de contato proximal fratura ao longo do tempo, apresentou bom resultado apenas abaixo de outro compósito restaurador. O Biodentine e MTA são da mesma classe de reparadores biocerâmicos, as vantagens do Biodentine sobre o MTA são a fácil manipulação, boa consistência, tempo de presa reduzido e a não descoloração dental pois o radiopacificador utilizado nesse material é o óxido de zircônio (de Souza Reis., 2019).

Alguns estudos laboratoriais e clínicos comparam algumas propriedades entre o MTA e o Biodentine. Parinyaprom (2018) concluiu por meio de um ensaio clínico randomizado que o Biodentine apresentou taxa de sucesso superior ao ProRoot MTA, e apenas o MTA apresentou descoloração, em uma avaliação clínica e radiográfica dentro de 6 meses após capeamento pulpar direto. Mythraiye (2019) mostrou que no tratamento de pulpotomia em dentes decíduos, Biodentine é mais favorável que o MTA em acompanhamento clínico.

Já para as perfurações radiculares, Adl (2019) avaliou a resistência ao deslocamento e o tipo de falha ocorrente em EndoSealMTA (base de silicato de cálcio com pozolana), ProRootMTA e Biodentine na presença e ausência de sangue, Biodentine e ProRootMTA apresentaram falha mista (na interface dentina-material e dentro do material) e EndoSeal apresentou falha coesa (apenas dentro do material); Eghbal (2014) apresentou um relato de sucesso clínico no uso do cimento enriquecido com cálcio (CEM); Lagisletti (2020) realizou um estudo in vitro que avaliou a infiltração entre EndoSequence, ProRootMTA e Zirconômero, com o MTA apresentando mais infiltração nos resultados.

## 5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a perfuração dental é um acidente comum entre os dentistas que realizam tratamento endodôntico e que o bom planejamento do caso observando a etiologia do acidente, a localização, o tamanho da perfuração, a ausência de contaminação e o tratamento imediato podem ser decisivos para o bom prognóstico do caso. Fica claro também que o profissional deve conhecer protocolos de selamento de perfuração e escolher um material reparador biocerâmico que possibilite o reestabelecimento da região afetada. O MTA é um bom material que cumpre os critérios necessários para o tratamento de perfurações, no entanto os cimentos biocerâmicos são alternativas promissoras que contornam algumas desvantagens de seu antecessor. São necessários mais estudos comparativos e de acompanhamento clínico para esses materiais.

**REFERÊNCIAS\***

- Adl A, Sadat Shojaee N, Pourhatami N. Evaluation of the Dislodgement Resistance of a New Pozzolan-Based Cement (EndoSeal MTA) Compared to ProRoot MTA and Biodentine in the Presence and Absence of Blood. *Scanning*. 2019 May 9;2019:3863069. doi: 10.1155/2019/3863069.
- Akcay M, Sari S. The effect of sodium hypochlorite application on the success of calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate pulpotomies in primary teeth. *Pediatr Dent*. 2014 Jul-Aug;36(4):316-21.
- Alobaid AS, Cortes LM, Lo J, Nguyen TT, Albert J, Abu-Melha AS, et al. Radiographic and clinical outcomes of the treatment of immature permanent teeth by revascularization or apexification: a pilot retrospective cohort study. *J Endod*. 2014 Aug;40(8):1063-70. doi: 10.1016/j.joen.2014.02.016.
- AlRahabi MK. Evaluation of complications of root canal treatment performed by undergraduate dental students. *Libyan J Med*. 2017 Dec;12(1):1345582. doi: 10.1080/19932820.2017.
- Bilaiya S, Patni PM, Jain P, Pandey SH, Raghuvanshi S, Bagulkar B. Comparative Evaluation of Accuracy of IpeX, Root Zx Mini, and Epex Pro Apex Locators in Teeth with Artificially Created Root Perforations in Presence of Various Intracanal Irrigants. *Eur Endod J*. 2020 Mar 19;5(1):6-9. doi: 10.14744/eej.2019.07279.
- Brizuela C, Ormeño A, Cabrera C, Cabezas R, Silva CI, Ramírez V, et al. Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide, Mineral Trioxide Aggregate, and Biodentine in Permanent Young Teeth with Caries: A Randomized Clinical Trial. *J Endod*. 2017 Nov;43(11):1776-80. doi: 10.1016/j.joen.2017.06.031.
- Camilo do Carmo Monteiro J, Rodrigues Tonetto M, Coêlho Bandeca M, Henrique Borges A, Cláudio Martins Segalla J, Cristina Fagundes Jordão-Basso K, et al. Repair of Iatrogenic Furcal Perforation with Mineral Trioxide Aggregate: A Seven-Year Follow-up. *Iran Endod J*. 2017 Fall;12(4):516-20. doi: 10.22037/iej.v12i4.16888.
- Cosme-Silva L, Carnevalli B, Sakai VT, Viola NV, Franco de Carvalho L, Franco de Carvalho EM. Radicular Perforation Repair with Mineral Trioxide Aggregate: A Case Report with 10-Year Follow-up. *Open Dent J*. 2016 Dec 30;10:733-8. doi: 10.2174/1874210601610010733.

---

\* De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do International Committee of Medical Journal Editors - Vancouver Group. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o PubMed.

de Sousa Reis M, Scarparo RK, Steier L, de Figueiredo JAP. Periradicular inflammatory response, bone resorption, and cementum repair after sealing of furcation perforation with mineral trioxide aggregate (MTA Angelus™) or Biodentine™. *Clin Oral Investig*. 2019 Nov;23(11):4019-27. doi: 10.1007/s00784-019-02833-z.

Eghbal MJ, Fazlyab M, Asgary S. Repair of a strip perforation with calcium-enriched mixture cement: a case report. *Iran Endod J*. 2014 Summer;9(3):225-8.

Eskandarizadeh A, Shahpasandzadeh MH, Shahpasandzadeh M, Torabi M, Pairokh M. A comparative study on dental pulp response to calcium hydroxide, white and grey mineral trioxide aggregate as pulp capping agents. *J Conserv Dent*. 2011 Oct;14(4):351-5. doi: 10.4103/0972-0707.87196.

Espaladori MC, Maciel KF, Brito LCN, Kawai T, Vieira LQ, Ribeiro Sobrinho AP. Experimental furcal perforation treated with mineral trioxide aggregate plus selenium: immune response. *Braz Oral Res*. 2018 Oct 11;32:e103. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.

Estrela C, Decurcio DA, Rossi-Fedele G, Silva JÁ, Guedes AO, Borges AH. Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials. *Braz Oral Res*. 2018;32(Suppl.1):e73. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0073.

Grewal N, Salhan R, Kaur N, Patel HB. Comparative evaluation of calcium silicate-based dentin substitute (Biodentine®) and calcium hydroxide (pulpdent) in the formation of reactive dentin bridge in regenerative pulpotomy of vital primary teeth: Triple blind, randomized clinical trial. *Contemp Clin Dent*. 2016 Oct-Dec;7(4):457-63. doi: 10.4103/0976-237X.194116.

Haghgoo R, Asgary S, Mashhadi Abbas F, Montazeri Hedeshi R. Nano-hydroxyapatite and calcium-enriched mixture for pulp capping of sound primary teeth: a randomized clinical trial. *Iran Endod J*. 2015;10(2):107-11.

Huang CS, Hsieh SC, Teng NC, Lee WF, Negi P, Belem WF, et al. A Silk Fibroin Based Hydration Accelerator for Root Canal Filling Materials. *Polymers (Basel)*. 2020 Apr 24;12(4):994. doi: 10.3390/polym12040994.

Koubi G, Colon P, Franquin JC, Hartmann A, Richard G, Faure MO, et al. Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, Biodentine, in the restoration of posterior teeth - a prospective study. *Clin Oral Investig*. 2013 Jan;17(1):243-9. doi: 10.1007/s00784-012-0701-9.

Lagiseti AK, Hegde P, Hegde MN. Evaluation of bioceramics and zirconia-reinforced glass ionomer cement in repair of furcation perforations: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2018 Mar-Apr;21(2):184-9. doi: 10.4103/JCD.JCD\_397\_16.

Lopes HP, Siqueira Jr. JF. *Endodontia: biologia e técnica*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2015.

Mythraiye R, Rao VV, Minor Babu MS, Satyam M, R P, Paravada C. Evaluation of the Clinical and Radiological Outcomes of Pulpotomized Primary Molars Treated with Three Different Materials: Mineral Trioxide Aggregate, Biodentine, and Pulpotec. An In-vivo Study. *Cureus*. 2019 Jun 2;11(6):e4803. doi: 10.7759/cureus.4803.

Parinyaprom N, Nirunsittirat A, Chuveera P, Na Lampang S, Srisuwan T, Sastraruji T, et al. Outcomes of Direct Pulp Capping by Using Either ProRoot Mineral Trioxide Aggregate or Biodentine in Permanent Teeth with Carious Pulp Exposure in 6- to 18-Year-Old Patients: A Randomized Controlled Trial. *J Endod*. 2018 Mar;44(3):341-8. doi: 10.1016/j.joen.2017.10.012.

Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod*. 2010 Mar;36(3):400-13. doi: 10.1016/j.joen.2009.09.009.

Parirokh M, Torabinejad M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part I: vital pulp therapy. *Int Endod J*. 2018 Feb;51(2):177-205. doi: 10.1111/iej.12841.

Regan, J. D.; Witherspoon DE, Foyle DM. Surgical repair of root and tooth perforations. *Endod Topics*. 2005 Jul,11(1):152-78. doi: 10.1111/j.1601-1546.2005.00183.x.

Scelza MZ, Nascimento JC, Silva LED, Gameiro VS, DE Deus G, Alves G. Biodentine™ is cytocompatible with human primary osteoblasts. *Braz Oral Res*. 2017 Sep 28;31:e81. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0081.

Schmidt BS, Zaccara IM, Reis S6 MV, Kuga MC, Palma-Dibb RG, Kopper, PM. Influence of operating microscope in the sealing of cervical perforations. *J Conserv Dent*. 2016;19(2):152-6. doi: 10.4103/0972-0707.178695

Shokri A, Eskandarloo A, Noruzi-Gangachin M, Khajeh S. Detection of root perforations using conventional and digital intraoral radiography, multidetector computed tomography and cone beam computed tomography. *Restor Dent Endod*. 2015 Feb;40(1):58-67. doi: 10.5395/rde.2015.40.1.58.

Torabinejad ME, Walton R. *Endodontia: princípios e prática*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010.

Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod*. 2010 Feb;36(2):190-202. doi: 10.1016/j.joen.2009.09.010.

Torabinejad M, Parirokh M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part II: other clinical applications and complications. *Int Endod J*. 2018 Mar;51(3):284-317. doi: 10.1111/iej.12843.

Tran XV, Salehi H, Truong MT, Sandra M, Sadoine J, Jacquot B, et al. Reparative Mineralized Tissue Characterization after Direct Pulp Capping with Calcium-Silicate-Based Cements. *Materials (Basel)*. 2019 Jun 29;12(13):2102. doi: 10.3390/ma12132102.

Vehkalahti MM, Swanljung O. Accidental perforations during root canal treatment: an 8-year nationwide perspective on healthcare malpractice claims. *Clin Oral Investig*. 2020 Oct;24(10):3683-90. doi: 10.1007/s00784-020-03246-z.

## ANEXOS

## Anexo 1 – Verificação de originalidade e prevenção de plágio

MATERIAIS REPARADORES PARA O TRATAMENTO DE  
PERFURAÇÕES RADICULARES: REVISÃO DA LITERATURA

## RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE

<b>7</b> %	<b>5</b> %	<b>4</b> %	<b>0</b> %
ÍNDICE DE SEMELHANÇA	FONTES DA INTERNET	PUBLICAÇÕES	DOCUMENTOS DOS ALUNOS

## FONTES PRIMÁRIAS

<b>1</b>	Giovanna Sarra. "Efeito da associação de meio condicionado por células tronco de polpa dentária humana e MTA ProRoot no reparo de polpas expostas de ratos", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2020 Publicação	<b>2</b> %
<b>2</b>	<a href="http://pesquisa.bvsalud.org">pesquisa.bvsalud.org</a> Fonte da Internet	<b>1</b> %
<b>3</b>	<a href="http://www.propesq.ufrn.br">www.propesq.ufrn.br</a> Fonte da Internet	<b>1</b> %
<b>4</b>	<a href="http://www.bicicletada.org">www.bicicletada.org</a> Fonte da Internet	<b>1</b> %
<b>5</b>	<a href="http://www.aonp.org.br">www.aonp.org.br</a> Fonte da Internet	<b>1</b> %
<b>6</b>	<a href="http://worldwidescience.org">worldwidescience.org</a> Fonte da Internet	<b>1</b> %