

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

FERNANDA LORENA DE FRANÇA LIMA

**CIMENTOS BIOCERÂMICOS COMO MATERIAIS SELADORES EM
PERFURAÇÕES RADICULARES: uma revisão da literatura**

São Luís
2020

FERNANDA LORENA DE FRANÇA LIMA

**CIMENTOS BIOCERÂMICOS COMO MATERIAIS SELADORES EM
PERFURAÇÕES RADICULARES: uma revisão da literatura**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Odontologia.

Orientador (a): Profa. Dra. Izabelle Maria Cabral de Azevedo

Coorientador(a): Profa. Ms. Ana Graziela Araújo Ribeiro

São Luís

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Centro Universitário - UNDB / Biblioteca

Lima, Fernanda Lorena de França

Cimentos biocerâmicos como materiais seladores em perfurações radiculares: uma revisão de literatura. / Fernanda Lorena de França Lima. __ São Luís, 2020.

44f.

Orientador: Prof^ª. Dr. Isabelle Maria Cabral de Azevedo.

Monografia (Graduação em Odontologia) - Curso de Odontologia – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2020.

1. Endodontia. 2. Cimentos dentários. 3. Materiais biocompatíveis.
I. Título.

CDU 616.314:615.46

FERNANDA LORENA DE FRANÇA LIMA

**CIMENTOS BIOCERÂMICOS COMO MATERIAIS SELADORES EM
PERFURAÇÕES RADICULARES: uma revisão da literatura**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Odontologia.

Aprovado em: 04 / 12 / 2020

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Izabelle Maria Cabral de Azevedo (Orientadora)
Doutora em Odontologia
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

Prof.^a Érica Martins Valois (Examinador 1)
Doutora em Odontologia
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

Prof.^a Karinne Travassos Pinto Carvalho (Examinador 2)
Mestra em Odontologia
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

Dedico essa vitória a Deus e a minha mãe Francilene Teixeira de França, gratidão pelos meus maiores incentivadores, por todo amor e por acreditarem em mim, essa vitória é nossa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, pois sem ele nada seria possível, por sempre me lembrar em ser forte e corajosa, me dando sabedorias e por estar comigo em cada detalhe resplandecendo sua força sobre mim, por todas as noites que estive comigo e por me capacitar em cada momento, toda honra e glória ao meu querido pai do céu.

A minha amada mãe Francilene Teixeira de França por todo seu amor e dedicação para com os meus estudos quero poder um dia honrar todos os seus sacrifícios, agradeço por sempre estar ao meu lado e por sempre me lembrar que se eu quero eu posso e consigo, por acreditar em mim, e por ser a melhor mãe do mundo.

A minha amada irmã Andressa Rafenza de França Calixto, companheira de vida e futura profissão, por todos os ensinamentos e incentivo, por sempre me ajudar quando preciso, por me dá bons exemplos, você e a minha melhor referência em ser uma boa profissional, competente e humanizada. Gratidão pelos maravilhosos presentes que me deu meu Heitor de França Calixto e minha Lis de França Calixto. Agradeço ao meu querido cunhado irmão Caio Tupinambá Calixto pelos incentivos e ensinamentos.

A minha querida e amada avó Francisca Teixeira de França que representa toda a minha família, por confiar e acreditar em mim como futura profissional, pelo conforto em meio aos dias turbulentos, pelo seu amor e cuidado.

Ao meu namorado Tiago Weber Mendes por sempre acreditar em mim, me incentivar, apoiar, por todo cuidado que tens comigo e por estar comigo em dias bons e ruins.

Agradeço ao Centro Universitário UNDB que me fez crescer em conhecimento e me fez dá uma nova chance para a odontologia, onde permitir a construção de um amor por essa profissão. Agradeço as minhas excelentes professoras, minha orientadora Dra. Izabelle Maria Cabral de Azevedo e a minha Coorientadora Dra. Ana Graziela Araújo Ribeiro. A nossa excelente coordenadora Luciana Artioli Costa por sempre estar disposta a ajudar, e pelo trabalho humanizado para com os alunos.

RESUMO

As perfurações radiculares são comunicações entre os tecidos de sustentação e o canal radicular, ou seja, o contato entre o conduto radicular, periodonto e osso alveolar. Sua etiologia pode ser por fatores iatrogênicos ou patológicos. O objetivo deste trabalho é comparar as vantagens, desvantagens, propriedades físicas e químicas do MTA que é o material padrão ouro no selamento de perfurações radiculares com outros materiais como Bio-C repair, Endosequence e Biodentine. Esta pesquisa trata-se de uma revisão descritiva da literatura com abordagem qualitativa, realizada por meio da busca eletrônica de periódicos na base de dados PubMed. O MTA foi o primeiro material biocerâmico usado nas perfurações endodônticas, com excelente capacidade de biocompatibilidade com os tecidos adjacentes e selamento entre dente e tecidos de suporte. O Biodentine possui propriedades que superam algumas limitações do MTA, por isso ele é indicado quando não é possível usar esse último nas perfurações radiculares. A principal característica do Endosequence é que ele consegue atingir seu endurecimento mesmo em contato com fluidos ou sangue. Já o cimento Bio-C repair foi introduzido recentemente no mercado brasileiro e seus componentes são semelhantes ao do cimento Endosequence. Dentre esses materiais estudados, o Biodentine demonstrou características semelhantes ao cimento MTA, superando as suas desvantagens, por isso, esse cimento pode ser uma alternativa eficaz.

Palavras-Chaves: Materiais biocompatíveis. Cimentos dentários. Endodontia.

ABSTRACT

Root perforations are communications between the supporting tissues and the root canal, i.e., the contact between the root canal, periodontium and alveolar bone. Their etiology may be due to iatrogenic or pathological factors. The objective of this work is to compare the advantages, disadvantages, physical and chemical properties of MTA which is the gold standard material in the sealing of root perforations with other materials such as Bio-C repair, Endosequence and Biodentine. This research is a descriptive review of the literature with a qualitative approach, performed through the electronic search of journals in the PubMed database. MTA was the first bioceramic material used in endodontic perforations, with excellent biocompatibility with adjacent tissues and sealing between tooth and supporting tissues. Biodentine has properties that overcome some limitations of MTA, so it is indicated when it is not possible to use the latter in root perforations. The main characteristic of Endosequence is that it can achieve its hardening even in contact with fluids or blood. Bio-C cement repair has been recently introduced in the Brazilian market and its components are similar to Endosequence cement. Among these materials studied, the Biodentine has demonstrated characteristics similar to MTA cement, overcoming its disadvantages, so this cement can be an effective alternative.

Keywords: Biocompatible Materials. Dental cements. Endodontics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 METODOLOGIA..	11
3 REVISÃO DE LITERATURA..	12
3.1 PERFURAÇÕES RADICULARES.....	12
3.2 CIMENTOS BIOCERÂMICOS.....	14
3.2.1 MTA.....	15
3.2.2 Biodentine.....	17
3.2.3 Endosequence.....	18
3.2.4 Bio-C repair.....	19
4 DISCUSSÃO.....	21
5 CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS.....	25
APÊNDICE.....	28

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico visa manter a integridade do elemento dentário, possibilitando a conservação da dentição natural e preservando sua estética, forma e função do sistema no sistema estomatognático, sem causar danos à saúde sistêmica do paciente. Além disso, essa terapia pulpar busca a limpeza, desinfecção, ampliação e moldagem do canal radicular por meio de instrumentos endodônticos associados à irrigação com soluções químicas auxiliares. Para isso, é necessário respeitar todas as etapas do procedimento (GONÇALVEZ, 2016).

Contudo, quando elas são negligenciadas pode ocorrer acidentes e complicações, devido a pouca habilidade do profissional, anatomia dentária interna complexa e o desconhecimento das propriedades mecânicas dos instrumentos. Dentre as principais complicações e acidentes podemos destacar as fraturas de instrumentos endodônticos dentro do canal radicular, sobreinstrumentação, formação de degrau, falso canal durante a instrumentação e perfurações radiculares (OCCHI *et al.*, 2011; BORGES *et al.*, 2014; SINKAR *et al.*, 2015).

As perfurações radiculares são comunicações entre os tecidos de sustentação e o canal radicular, ou seja, o contato entre o conduto radicular, periodonto e osso alveolar. Sua etiologia pode ser por fatores iatrogênicos ou patológicos. As causas iatrogênicas ocorrem durante as etapas da terapia pulpar, como na abertura coronária da cavidade, instrumentação, localização dos canais ou o mau uso dos instrumentos endodônticos. Já os fatores patológicos mais comuns são reabsorções radiculares, cárie dentária, traumatismo e reabsorções radiculares (SILVA *et al.*, 2012; BORGES *et al.*, 2014; EGHBAL; FAZLYASB; ASGARY, 2014; KATGE; SHIVASHARAM; PATIL, 2016).

Dessa forma, as perfurações radiculares de origem endodôntica não são raras, ocorrendo em 12% dos elementos dentários submetidos ao tratamento endodôntico. Podem acontecer no terço cervical, médio e apical do dente, permitindo a invasão de microrganismos no interior dos canais radiculares, induzindo o insucesso da terapia pulpar. Por isso, elas devem ser tratadas o mais rápido possível por meio do selamento com materiais biocompatíveis. No entanto, essas perfurações podem não ser detectadas e tratadas precocemente, provocando inflamações nos tecidos periodontais com envolvimento da estrutura de suporte, levando assim à perda do

dente (FROUGHREYHANI *et al.*, 2013; KENCHAPPA *et al.*, 2015; SINKAR *et al.*, 2015; SAED *et al.*, 2016; COUTINHO; PAULO, 2019).

Por isso, é necessário realizar um diagnóstico rápido e tratamento correto das perfurações radiculares para evitar a perda dentária. Esse diagnóstico deve ser realizado por meio de exames clínicos e radiográficos, assim como a importância e atenção durante as etapas do procedimento, pois clinicamente seu diagnóstico ainda é um desafio. Existem vários materiais que são usados para o tratamento dessas perfurações, no entanto, o material ideal deve selar bem a área perfurada, evitando a comunicação entre o canal radicular e os tecidos circundantes (UTNEJA *et al.*, 2015; COUTINHO; PAULO, 2019).

Além disso, esses materiais devem ter algumas propriedades como: ser o mais biocompatível com os tecidos periapicais, de fácil manipulação, radiopaco para facilitar sua identificação nas radiografias e ter capacidade de vedamento mesmo com a presença de sangue ou fluidos, ou seja, ser insolúvel. Durante anos, muitos materiais que eram utilizados com essa finalidade não apresentavam as propriedades ideais de selamento biológico. Dessa forma, reconhecem-se a importância do conhecimento de materiais seladores com ótimas propriedades biocompatíveis, antimicrobianas, físicas e químicas para a reparação de perfurações (SOUSA; REZENDE, 2012; UTNEJA *et al.*, 2015; COUTINHO; PAULO, 2019).

O MTA começou a ser utilizado para selar perfurações e estimular a reparação tecidual na região. Muitos estudos já confirmaram suas propriedades de selamento, biocompatibilidade e capacidade de reparo diminuindo respostas inflamatórias negativas (REIS *et al.*, 2019).

O MTA foi introduzido no mercado pela primeira vez em uma formulação cinza, devido à sua desvantagem de descoloração dos dentes foi então desenvolvida uma formulação de cor branca desse material, comparado a coloração cinza, o MTA de cor branca tem menor quantidade de ferro, alumínio e magnésio possuindo componentes mais biocompatíveis com os dos tecidos dentais. No mercado odontológico o MTA está disponível em variados nomes e preços, a primeira versão oficialmente disponível foi o MTA pro-root (Dentsply/ Maillefer, Ballaigues, Suíça). Disponível também nos dias de hoje o MTA-Angelus foi introduzido por uma empresa brasileira que fica localizada em Londrina, Paraná. Essa também desenvolveu o MTA com coloração branco e cinza, e também introduziu o MTA-BIO que é um tipo de MTA que foi desenvolvido para várias aplicações clínicas odontológica. E o MTA endo-cpm-

sealer foi desenvolvido em Buenos Aires, Argentina, tem seu uso como material obturador de canais radiculares (SOUSA et al., 2014).

O objetivo deste trabalho é comparar as vantagens, desvantagens, propriedades físicas e químicas do MTA que é o material padrão ouro no selamento de perfurações radiculares com outros materiais como Bio-C repair, Endosequence e Biodentine.

2 METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma revisão de literatura descritiva com abordagem qualitativa. A coleta de informações foi realizada por meio das bases de dados PUBMED (National Library of Medicine), SciELO (Scientific Electronic Library Online) e Lilacs (Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde), utilizando-se os seguintes descritores: “materiais biocompatíveis”, “cimentos dentários” e “endodontia”, assim como seus correspondentes em inglês.

Os critérios de inclusão foram trabalhos científicos nos idiomas inglês e português, revisões de literatura, observacionais e experimentais, relatos de casos e literaturas cinza como: monografias, dissertações, teses, livros e trabalho de conclusão de curso publicado entre os anos de 2011 e 2020. Foram excluídos estudos publicados em outros idiomas, repetidos, publicados há mais de 10 anos, artigos que fugiam da temática estudada e que não estavam disponíveis por completo gratuitamente.

A primeira etapa de seleção dos artigos foi realizada através da leitura e análise dos títulos e resumos, aplicando os critérios de inclusão e exclusão. A segunda etapa procedeu-se com a leitura completa dos artigos que subsidiaram a pesquisa, separando-os conforme os objetivos propostos e observando os resultados encontrados nessas pesquisas. Depois, foi realizada a análise qualitativa entre os artigos e a discussão com os dados extraídos dos artigos selecionados para amostra final da pesquisa.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Perfurações Radiculares

As perfurações radiculares são acidentes clínicos onde se tem a comunicação entre canais radiculares e tecidos de suporte dentário, ocasionados por falta de cuidados e atenção do operador, desconhecimento da anatomia, erro de análise radiográfica e desconhecimento dos instrumentais utilizados. Podem ser por iatrogenia que são os acidentes durante o tratamento endodôntico ou abertura da cavidade, além disso, podem também ocorrer por processos patológicos como a cárie e reabsorção radicular (SILVA *et al.*, 2012).

Durante a abertura coronária ou remoção do teto da câmara pulpar pode ocorrer uma perfuração ao se utilizar de brocas com tamanhos incompatíveis com o dente, ou se a direção da broca for inadequada durante o acesso aos canais radiculares. O tratamento dessa perfuração deve ser realizado imediatamente após a sua ocorrência, buscando reduzir o risco de infecção no local do acidente (KATGE; SHIVASHARAM; PATIL, 2016; MONTEIRO *et al.*, 2017).

As perfurações radiculares ocorrem em cerca de 2% a 12% por fatores iatrogênicos durante os tratamentos endodônticos, que estão relacionados com a abertura coronária, remoção excessiva do teto da câmara pulpar, falha na localização da entrada dos canais, direção errada da broca, desconhecimento da anatomia dos sistemas de canais radiculares, desvios radiculares, tentativa de remoção de instrumentos fraturados, dificuldades no acesso coronário de dentes com canais calcificados ou atrésicos, durante a desobturação do canal ou preparos inadequados para pinos intraradiculares. Dessa forma, podemos dizer que essas perfurações são consideradas as segundas causas mais frequentes de falhas durante o tratamento endodôntico, com aproximadamente 9,6% dos casos de insucessos da terapia pulpar. (ANACLETO, 2012; PINTO, 2018).

As perfurações de origem de origem endodôntica podem ocorrer no assoalho da câmara pulpar, região de furca, no terço cervical, médio e apical da raiz. Contudo, as perfurações nas regiões do assoalho e no terço cervical da raiz têm mais chances de prejudicar a terapia pulpar, promovendo reações inflamatórias no local da perfuração, perda do suporte dos tecidos periodontais, contaminação do conduto radicular e até provocar a perda do elemento dentário. Essa contaminação da área

perfurada e dos tecidos adjacentes acontece por meio de bactérias oriundas dos tecidos periodontais ou por bactérias presentes no próprio canal radicular (PINTO, 2018).

O prognóstico das perfurações radiculares vai depender da localização, extensão da lesão, tempo de acometimento e/ou contaminação, facilidade de acessar a região perfurada e o material selador utilizado. Além disso, as perfurações tratadas imediatamente ou o mais breve possível têm um melhor prognóstico do que as que são tratadas tardiamente. As perfurações localizadas nas regiões nos terços médio e apical da raiz podem ser apontadas como mais favoráveis ao tratamento do que as demais, já que estão mais distantes das regiões com bactérias oriundas da cavidade bucal, evitando o estabelecimento de infecções (SILVA *et al.*, 2012).

No entanto, para reduzir a chance de processos infecciosos na região da área perfurada e tecidos adjacentes, é necessário identificar e tratar o local da perfuração radicular precocemente. Conseqüentemente, isso irá melhorar o prognóstico, evitando falhas no tratamento endodôntico, infecções radiculares e a perda do dente afetado. Dessa forma, o diagnóstico de perfurações radiculares deve ser realizado por meio dos sinais e sintomas e aspectos radiográficos. Sendo que, os sinais e sintomas clínicos mais comuns são: dor, sangramento intenso, supuração, reabsorção óssea, fístulas, abscesso, destruição do osso alveolar, formação de bolsas periodontais e cistos, perda do contato entre o instrumento endodôntico e as paredes radiculares (PATEL; DUNCAN, 2011; BARRETO, 2018).

A confirmação do sangramento na região da perfuração radicular pode ser realizada por meio da inserção de cones de papel no conduto, assim o nível da perfuração será indicado pelo sangramento em toda sua extensão. A perfuração pode ser confirmada através do exame radiográfico e pode ser inserido no canal radicular um lima de pequeno calibre para auxiliar o diagnóstico, confirmando um desvio na raiz do dente afetado, sendo que, a tomografia computadorizada é a mais indicada para identificá-las. Outra maneira seria preencher o conduto radicular com hidróxido de cálcio e radiografar para observar a localização da perfuração. Os localizados apicais eletrônicos são usados para constatar a presença e localização de perfurações endodônticas (PATEL; DUNCAN, 2011).

O tratamento dessas perfurações depende de cada situação clínica, muitas vezes realizada por via endodôntica. Contudo, deve-se preconizar em todas as abordagens terapêuticas a localização, descontaminação e selamento do canal

radicular com material biocompatível com os tecidos periodontais, de fácil manipulação, que tenha ótima capacidade seladora e que possa promover osteogênese e cementogênese. O principal objetivo do tratamento das perfurações é paralisar a progressão da inflamação e perda de adesão ao tecido, evitando infecções e estabelecendo as funções fisiológicas do tecido adjacente e do dente perfurado (BORGES *et al.*, 2014; HARGREAVES; CONHEN, 2011; ANACLETO, 2012; PINTO, 2018).

As perfurações radiculares podem ser tratadas por via endodôntica, ou seja, através do próprio canal radicular ou por meio cirúrgico na superfície radicular externamente. No entanto, a primeira opção é o tratamento por meio do acesso endodôntico por ser menos invasivo e possibilitando melhores condições de irrigação da região contaminada, além de preservar uma maior quantidade de tecido ósseo. O tratamento tardio pode provocar alterações periodontais e, conseqüentemente, originar uma lesão endoperiodontal. Além disso, é fundamental um bom selamento dessa comunicação. Um material selador ideal deve ter propriedades físico-químicas adequadas, ter potencial antimicrobiano, ser bioativo e ter biocompatibilidade (PINTO, 2018; BENETTI *et al.*, 2019).

Um selamento pode ser realizado por meio de vários materiais como hidroxiapatita, amálgama, hidróxido de cálcio, resina composta, guta percha, cimento de fosfato de zinco, cimento de óxido de zinco e ionômero de vidro. Contudo, esses materiais não possuem as propriedades ideais para vedar as perfurações endodônticas. Por isso, foram introduzidos os cimentos biocerâmicos para o reparo dessas perfurações como os materiais a base de silicato tricálcico (MTA) e os cimentos bio-C, endosequence e biodentine (EGHBAL; FAZLYASB; ASGARY, 2014; MUNÓZ, 2018; PINTO, 2018).

3.2 Cimentos Biocerâmicos

Os cimentos biocerâmicos têm sido amplamente estudados em Endodontia, tanto para sua utilização em perfurações como até mesmo para obturações dos canais radiculares (EGHBAL; FAZLYASB; ASGARY, 2014; MUNÓZ, 2018).

Sua principal característica é a biocompatibilidade com o tecido periapical e pulpar e incluem em sua composição a alumina e zircônia, vidro bioativo, cerâmica

de vidro, silicato de cálcio, hidroxiapatita e fosfato de cálcio reabsorvível. Esses materiais não prejudicam os tecidos biológicos e evitam o crescimento das bactérias na região perfurada. Além disso, possui potencial antimicrobiano, pH elevado, uma maior capacidade de vedamento, regeneração dos tecidos, promovendo o reparo biológico e a reorganização dos tecidos periapicais e periodontais (PINTO, 2018; MUÑOZ, 2018).

Os cimentos biocerâmicos utilizam a água presente no sistema tubular para iniciar o seu processo de presa. A água presente na dentina radicular é fundamental para hidratar os silicatos de cálcio, produzindo um gel de hidrato de silicato de cálcio e hidróxido de cálcio que, ao reagir com o fosfato, geram água e hidroxiapatita. Dessa forma, a água continua agindo com o silicato de cálcio, acelerando o hidrato de silicato e formando uma consistência similar a um gel, ou seja, no mecanismo de ação dos cimentos biocerâmicos ocorrem reações de hidratação e precipitação, influenciando o tempo de presa do material. Vale pontuar que os cimentos à base de silicato de cálcio possuem a capacidade de adesão química à dentina radicular, modificando o seu pH (BORGES *et al.*, 2014; EGHBAL; FAZLYASB; ASGARY, 2014; RAGHVENDRA *et al.*, 2017).

3.2.1 MTA

O MTA foi o primeiro material biocerâmico usado nas perfurações endodônticas. Em 1990 esse cimento foi desenvolvido e até hoje é considerado um material com excelente capacidade de biocompatibilidade com os tecidos adjacentes e selamento entre dente e tecidos de suporte. Esse material chamou atenção pelos seus resultados e benefícios em relação às propriedades físicas, químicas e biológicas. Além disso, é um material hidrofílico, que consegue ter a sua presa mesmo em presença de água. Essa propriedade é muito importante para os cimentos odontológicos e aumenta a sua capacidade de melhorar o processo de mineralização. Devido a essas propriedades o MTA é o mais utilizado no tratamento de perfurações radiculares (BORGES *et al.*, 2014; BARRETO, 2018; COUTINHO; PAULO, 2019).

O MTA pode ser apresentado sob a forma de pó com coloração cinza ou branco, contendo partículas hidrofílicas, seus principais elementos são silicato tricálcio, aluminato tricálcio, óxido tricálcio e óxido bismuto responsável pela radiopacidade. O MTA tem composição química diferente dos cimentos biocerâmicos

à base de silicato de cálcio, no entanto, suas finalidades clínicas são semelhantes. É um material que foi indicado primeiramente para o preenchimento dos condutos radiculares, tratamentos de pulpotomia, capeamento pulpar, apicigênese/apicificação, obturação do canal e formação de barreira gengival. Depois, passou a ser indicado para o selamento de perfurações radiculares e para o tratamento de reabsorções internas e externas (UTNEJA *et al.*, 2015).

O bom desempenho desse material se justifica por suas boas propriedades químicas e físicas como a baixa solubilidade, biocompatibilidade, além de baixa resposta inflamatória tecidual, ação antimicrobiana e ainda estimular formação de cimento e osso, levando à regeneração do ligamento periodontal ao redor do local da lesão. Podemos destacar como suas principais desvantagens, sua capacidade de descoloração, difícil manipulação, longo tempo de presa, alto custo de material, consistência arenosa e a dificuldade de sua remoção após a colocação. Além disso, o longo tempo de exposição das células ao cimento antes de seu endurecimento completo pode comprometer suas propriedades biológicas e físicas, levando a uma reação inflamatória (SINKAR *et al.*, 2015; BAROUDI; SAMIR, 2016).

A aplicação clínica do MTA além de ser favorável para o vedamento de perfurações endodônticas, consegue prevenir infiltrações, possui capacidade de presa na presença de umidade e permite um tempo adequado de trabalho. Possui baixa indução de inflamação com capacidade de reparação tecidual, por isso, é um material que oferece excelentes condições para o tratamento de perfurações de origem endodônticas e melhor adaptação às paredes dos condutos radiculares. Dessa forma, na tentativa de superar as desvantagens do MTA, foram criados novos cimentos a base de silicato de cálcio com propriedades mais eficientes, tais como: Biodentine, Bio-C repair e Endosequence (UTNEJA *et al.*, 2015; COUTINHO; PAULO, 2019).

O MTA é um cimento que possui vários óxidos minerais, demonstrando-se superior a outros cimentos endodônticos usados para o selamento de perfurações radiculares, devido ao seu alto potencial de vedamento diante de endotoxinas, bactérias ou fluidos. Vários autores afirmam que é um material biocompatível e tem a capacidade de induzir a formação do cimento e osso, por isso é o cimento mais indicado para o reparo das raízes perfuradas. Além disso, possui aspecto radiográfico radiopaco, adesividade à dentina radicular, baixa solubilidade e boa resistência à compressão (SILVA *et al.*, 2012).

3.2.2 Biodentine

O Biodentine é outro cimento que está sendo utilizado nas perfurações endodônticas, foi introduzido no mercado em 2009, depois do MTA pela Septodont (Saint-Maurdes-fossés Cedex, França) com a nomenclatura RD94. Inicialmente sua finalidade era imitar o ionômero de vidro, usando-o para substituir as restaurações com resina composta, fazendo a função da dentina. Além disso, suas propriedades superam algumas limitações do MTA, por isso, que ele é indicado quando não é possível usar esse último nas perfurações radiculares (AGGARWAL *et al.*, 2013; JANG *et al.*, 2014; SÁNCHEZ, 2019).

Os principais componentes desse material são silicato de tricálcico, silicato de cálcio, carbonato de cálcio, água e óxido de zircônio, ou seja, é um cimento à base de cálcio, além de ser inorgânico e não é metálico. Pode ser encontrado na forma líquida e em pó; o cimento biodentine em pó contém o silicato de cálcio, silicato de tricálcico, óxido de zircônio e carbonato de cálcio, enquanto, que a forma líquida é composta por água com cloreto de cálcio para acelerar a reação, além de ter agente redutor de água em sua fórmula. Contudo, não se utiliza essas duas fórmulas separadas, o pó e o líquido são misturados e triturados por 30 segundos para poder ser usado (KENCHAPPA *et al.*, 2015; SÁNCHEZ, 2019).

Além disso, o biodentine tem como base o policarboxilato modificado, responsável por atingir alta resistência em curto período de tempo, assim a água exigida na mistura é reduzida, facilitando o seu manuseio. Possui várias propriedades dentre elas estão seu potencial de induzir a formação de dentina reparadora, não modifica a genética das células, alta capacidade de selamento marginal e não é citotóxico (BRENES, 2014; BRAITT *et al.*, 2015).

Esse cimento endodôntico possui um tempo de presa relativamente rápido de 9 a 45 minutos, é biocompatível com o pH alcalino, excelente força de flexão, evitando as chances de fraturas radiculares, propriedades bioativas e tem alta resistência à compressão. Essa última característica física é fundamental para suportar as cargas mastigatórias, já que o biodentine é muito utilizado em dentes com polpa viva. Além disso, essa resistência aumenta com o tempo de presa do cimento até atingir uma força de compressão semelhante à de um dente natural (BRENES, 2014; HAAPASALO *et al.*, 2015; KAUR *et al.*, 2017).

O biodentine possui uma força de flexão maior que a do MTA, chegando a ser de 34mpa depois de duas horas de presa em comparação com cimento de MTA que é de 14, 37mpa, diminuindo o risco de contaminação bacteriana. Outra vantagem que o biodentine apresenta em relação ao MTA é a maior resistência à compressão, maior resistência de ligação com a dentina radicular tempo de presa mais curto, no entanto, a radiopacidade do cimento biodentine é menor que a do MTA (SINKAR *et al.*, 2015; AGGARWAL *et al.*, 2013; KAUR *et al.*, 2017).

3.2.3 Endosequence

O cimento endodôntico Endosequence é um material biocerâmico pré-manipulado e possui coloração branca, apresenta na sua composição: óxido de zircônio, silicato de cálcio, fosfato de cálcio monobásico, hidróxido de cálcio e agentes espessantes. Além desses, possuem componentes inorgânicos que são silicato tricálcio, silicato dicálcio, fosfato de cálcio, sílica coloidal e hidróxido de cálcio. Esse cimento, também é conhecido como IROOT SP, introduzido recentemente na odontologia e no mercado (LOUSHINE *et al.*, 2011; HESS; SALOMON; SPEARS, 2011).

A principal característica desse material é que ele consegue pagar presa mesmo em contato com fluidos ou sangue, ou seja, a umidade presente nos túbulos dentinários ou na região perfurada favorece ainda mais essa propriedade de solubilidade. Por isso que o Endosequence é indicado para as perfurações endodônticas, pois a dentina radicular possui 20% de água e isso ajuda o material no seu processo de endurecimento. Dessa forma ele é considerado um cimento hidrofílico (LOUSHINE *et al.*, 2011; HESS; SALOMON; SPEARS, 2011).

Além disso, o Endosequence é um cimento que não sofre alteração em sua configuração, é insolúvel e apresenta boa atividade antimicrobiana. Outras características apresentadas são os elevados níveis de liberação de íons de cálcio, ph alcalino assim como cimento Biodentine e possui alta capacidade de absorção de água. Alguns estudos demonstraram citotoxicidade após a sua manipulação, contudo, outras pesquisas mostram que após 24 horas de presa o cimento não teve mais citotoxicidade (LOUSHINE *et al.*, 2011; CANDEIRO *et al.*, 2012; BORGES *et al.*, 2014).

O Endosequence é um cimento que tem propriedade a radiopacidade, possui capacidade antimicrobiana devido ao seu ph alcalino, biocompatível, osteogênico, antibacteriano e resistente a umidade. Uma das vantagens do Endosequence em comparação com o MTA é que ele possui melhor vedação da área perfurada, penetrando mais nos túbulos dentinários. A presença de bactérias e fluidos não interferem em suas propriedades e, apresenta uma excelente biomineralização e altos níveis de resistência de união à dentina (LOUSHINE *et al.*, 2011; CANDEIRO *et al.*, 2012).

Em alguns estudos, com relação à viabilidade celular, o MTA apresentou um aumento significativo dessa propriedade quando comparado ao Endosequence, comprovando a sua superioridade nessa característica extremamente necessária à sua utilização em perfurações radiculares (LOUSHINE *et al.*, 2011; BORGES *et al.*, 2014).

3.2.4 Bio-C repair

O cimento Bio-C repair foi introduzido recentemente no mercado brasileiro. Seus componentes são semelhantes ao do cimento endosequence, tais como silicato de cálcio, aluminato de cálcio, óxido de cálcio, óxido de zircônio, óxido de ferro, dióxido de silicone, agentes de dispersão, sendo que, a radiopacidade desse material é devido a presença do óxido de zircônio. Além disso, ele já vem pronto para o uso com tempo de presa de 60 a 120 minutos (SILVA *et al.*, 2017).

É essencial que os cimentos endodônticos tenham um escoamento ideal, o bio-C possui um adequado escoamento, dentro da conformidade com a norma ISO, contudo, existem poucas pesquisas que comparam essa propriedade. Esse escoamento permite a penetração do cimento nos túbulos dentinários. Além disso, esse cimento é à base de silicato de cálcio e a sua maior desvantagem em comparação com os outros cimentos biocerâmicos é que possui pouca solubilidade e, em perfurações radiculares, muitas vezes tem a presença de fluidos e umidade (SILVA *et al.*, 2017; BENETTI *et al.*, 2019).

O cimento bio-C possui propriedades bioativas devido à liberação de íons de cálcio, estimulando a formação de tecido mineralizado quando há o contato com os tecidos biológicos. Possui baixa citotoxicidade em todas as diluições de sua manipulação, além disso, o seu alto teor de cálcio, oxigênio e silício que favorecem a

bioatividade e a biomineralização. Essa formação de íons ocorre durante a fase inicial do processo de fixação do cimento a dentina e está relacionada com a solubilidade desse cimento e seus componentes antimicrobianos (BENETTI *et al.*, 2019).

O bio-C apresenta excelente capacidade de cicatrização do tecido periapical, por isso demonstra resultados favoráveis no reparo radicular diante de uma perfuração endodôntica. Esse processo de cicatrização satisfatório ajuda a minimizar ou neutralizar as reações inflamatórias dos tecidos adjacentes a perfuração. Além disso, esse cimento apresenta citotoxicidade mais fraca, é biocompatível e seguro, favorecendo a reparação radicular (OKAMURA *et al.*, 2020).

4 DISCUSSÃO

O MTA foi o primeiro cimento biocerâmico usado na endodontia, sendo que é o mais utilizado no selamento de perfurações radiculares de origem endodôntica, em função das suas propriedades como efetividade na vedação e biocompatibilidade. Seus principais compósitos são silicato de cálcio, tricálcico, sulfato de cálcio, aluminato tricálcico, óxido de bismuto e tricálcico (EID *et al.*, 2012; KENCHAPPA *et al.*, 2015). Tanto o MTA quanto outros materiais biocerâmicos mostraram nas pesquisas propriedades biológicas, químicas e físicas promissoras na preservação da vitalidade pulpar. Estudos confirmam a sua capacidade de se estabelecer na presença de sangue e outros fluídos, demonstrando uma excelente biocompatibilidade com os tecidos periapicais (HURSH *et al.*, 2019).

Além disso, o MTA vem sendo a primeira escolha para a recuperação de perfurações radiculares devido a sua capacidade indutiva e condutora de formação de tecido mineralizado, baixa solubilidade depois da presa, contribuindo para atividade antimicrobiana nas superfícies radiculares. Os autores concluíram que a dissolução de minerais do MTA induz a produção de hidroxiapatita, provocando uma ligação química com a dentina e, conseqüentemente, produzindo uma camada entre o MTA e a dentina. Uma das desvantagens observadas do cimento MTA é o seu potencial de descoloração do dente, por isso, outros cimentos biocerâmicos estão sendo utilizados no selamento dessas perfurações (HURSH *et al.*, 2019).

O endosequence é um cimento à base de silicato tricálcico, usado também no reparo de raízes perfuradas, tratamento de reabsorções radiculares, capeamento pulpar, vedamento da extremidade da raiz e preenchimento retrógrado em procedimentos cirúrgicos. Esse material é hidráulico, por isso, suas propriedades melhoram na presença de água, difundindo-se nos seus componentes, ou seja, quando ele é fixado na água há a liberação de hidróxido de cálcio, além de possuir potencial osteogênico. Já o biodentine, mostrou ser um cimento bastante utilizado ultimamente por possuir alta resistência à compressão com presa rápida (MOINZADENT *et al.*, 2016; HURSH *et al.*, 2019).

Tanto o endosequence quanto o cimento biodentine apresentou consideravelmente menos descoloração dental em comparação com o MTA e possuem melhores características de manuseio. O MTA, biodentine e endosequence são afetados em contato com o sangue e fluidos corporais, perdendo algumas de suas

propriedades físicas. Contudo, os cimentos de silicato de cálcio podem ser expostos a forças de deslocamento, tais como forças mastigatórias e de condensação durante a realização de restaurações e obturações (HURSH *et al.*, 2019).

O MTA é difícil de ser manipulado por ser um material relativamente grosso, impedindo a obtenção da baixa espessura necessária para selar as perfurações radiculares. No entanto, recentemente, novos produtos com silicato tricálcico e de cálcio foram introduzidos no mercado com fácil manipulação e adequada espessura, como o NeoMTA plus, biodentine, bio-c e endosequence. Uma das propriedades preconizadas nos cimentos endodônticos é a sua capacidade de penetração nos túbulos dentinários, que são menores no ápice do dente e maiores quando estão mais próximos da coroa, e na parede pulpar esses túbulos tendem a variar de diâmetro (MCMICHAEL; PRIMUS; OPPERMAN, 2016).

Dessa forma, o tamanho da partícula do cimento endodôntico deve ser menor que o diâmetro do túbulo dentinário para que ocorra a sua penetração, logo, quanto maior for o túbulo, mais fundo as partículas do cimento penetram. Neste estudo, o MTA não apresentou penetração tubular efetiva por apresentarem partículas maiores que o diâmetro dos túbulos. Os cimentos a base de silicato de tricálcico conseguem penetrar apenas 2mm de profundidade tubular. Entretanto, a penetração desses cimentos forma uma barreira física, melhorando a retenção do material nas paredes dentinárias e eliminando as bactérias residuais. Consequentemente, quanto mais selante penetrar nos túbulos dentinários maior será o seu efeito antibacteriano (MCMICHAEL; PRIMUS; OPPERMAN, 2016).

Diante de uma perfuração endodôntica, o material selador precisa permanecer com suas propriedades físicas e químicas ao ter contato com fluidos e sangue. Dessa forma, o endosequence apresentou nos estudos ser um cimento que consegue pegar presa em contato com umidade da área perfurada. Enquanto que o bio-C mostrou resultados de baixa solubilidade na presença de umidade ou fluidos (LOUSHINE *et al.*, 2011; HESS; SALOMON; SPEARS, 2011; SILVA *et al.*, 2017).

Além disso, tanto o endosequence quanto o bio-C repair e o biodentine possuem a capacidade de liberar altos níveis de íons de cálcio, estimulando a formação de tecido mineralizado na área perfurada. No entanto, alguns estudos revelaram que o endosequence pode apresentar citotoxicidade após sua manipulação (BORGES *et al.*, 2014; LOUSHINE *et al.*, 2011; CANDEIRO *et al.*, 2012; LÓPEZ-GARCIA *et al.*, 2019).

O endosequence apresentou um melhor selamento da região perfurada, penetrando com maior profundidade que o cimento MTA, além de apresentar elevados níveis de resistência à união à dentina. Contudo, o MTA mostrou-se ser superior na propriedade de viabilidade celular quando comparado com o endosequence (LOUSHINE *et al.*, 2011; CANDEIRO *et al.*, 2012).

Silva *et al.*, (2017) avaliaram os tecidos periapicais após o selamento de perfurações radiculares com cimentos endodônticos, dentre eles o biodentine e o MTA. Observaram que tanto o MTA quanto o biodentine induziram a formação de tecido mineralizado, favorecendo o selamento da região perfurada. Outros autores compararam o biodentine e o MTA, observando a capacidade de selamento nas perfurações radiculares. Os resultados encontrados foram que o potencial de vedamento do MTA e do biodentine são semelhantes e eficientes no reparo de raízes perfuradas (KATGE; SHIVASHARAM; PATIL, 2016).

5 CONCLUSÃO

As perfurações radiculares podem acontecer durante o tratamento endodôntico, no entanto, isso não impede que a terapia pulpar continue, já que existem vários materiais capazes de vedar a região perfurada, evitando a infiltração de microrganismos para o interior do conduto radicular. Dentre esses materiais estudados, o biodentine demonstrou características semelhantes ao cimento MTA, superando as suas desvantagens, por isso, esse cimento pode ser uma alternativa eficaz. Além disso, existem poucos estudos sobre o Bio-C repair, esclarecendo suas vantagens, desvantagens e propriedades que demonstrem sua eficácia clínica em perfurações endodônticas. Dessa forma, forma os poucos achados científicos não permitem uma comparação adequada com os outros cimentos.

REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, V; SINGLA, M; MIGLANI, S; KOHLI, S. Comparative evaluation of push-out bond strength of proroot mta, biodentine, and mta plus in furcation perforation repair. **J conserve dent**, v.16, n.5, p.462-465, 2013.
- ANACLETO, FN. **Tratamento das perfurações radiculares: revisão da literatura**. Trabalho de conclusão de curso. 2012.
- BAROUDI, K; SAMIR, S. Sealing ability of mta used in perforation repair of permanent teeth; literature review. **Open dent j**, v.10, p.278-286, 2016.
- BARRETO, EPDS. **Tratamento das perfurações radiculares: revisão de literatura**. Centro de pós-graduação em odontologia. p. 1-29, 2018.
- BENETTI, Francine et al . Cytotoxicity, Biocompatibility and Biomineralization of a New Ready-for-Use Bioceramic Repair Material. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto , v. 30, n. 4, p. 325-332, July 2019 .
- BORGES, ÁH; BANDECA, MC; TONETTO, MR; FAITARONI, LA; CARVALHO, ER DS; GUERREIRO-TANOMARU, JM; TANOMARU FILHO, M. Portland cement use in dental root perforations: a long term followup. **Case reports in dentistry**, v.20, n.14, 2014.
- BRAITT, A; ANDRADE, C; LIMOEIRO, A; MUNIZ, Y; BUENO, C. Avaliação da infiltração marginal apical em dentes retro-obturados com mta/água e mta/fillapex: estudo em dentes avulsionados. **Dental press endod**, v.5, n.1, p.30-9, 2015.
- BRENES, SLR. Microfiltration comparison of three bioceramic materials in retrodental seals: in vitro study. **Rev odont vit**, v.2, n.21, 2014.
- CANDEIRO, GTDM; CORREIA, FC; DUARTE, MAH; RIBEIRO-SIQUEIRA, DC; GAVINI, G. Evaluation of radiopacity, ph, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. **Journal of endodontics**, v.38, p.842-5, 2012.
- COUTINHO, LO; PAULO, AO. **Tratamento endodôntico do dente 14 com perfuração cervical com mta: relato de caso clínico**. p.1-9, 2019.
- EGHBAL, M; FAZLYAB M; ASGARY, S. Repair of a strip perforation with calcium-enriched mixture cement: a case report. **Iran endod j**, v.9, n.3, p.225-8, 2014.
- EID, A; KOMABAYASHI, T; WATANABE, E; SHIRAISHI, T; WATANABE, I. Characterization of the mineral trioxide aggregate–resin modified glass ionomer cement interface in different setting conditions. **J endod**, v.38, n.8, p.1126-1129, 2012.
- FROUGHREYHANI, M; MILANI, A; BARAKATEIN, B; SHIEZADEH, V. Treatment of strip perforation using root mta: a case report. **Iran endod j**, v.8, n.2, p.80-3, 2013.
- GONÇALVES, LFL. **Soluções irrigadoras em endodontia**. Tese de doutorado. 2016.

HAAPASALO, M; SHEN, Y; QIAN, W; GAO, Y. Irrigation in endodontics. **Dental clinics of north america**, v.54, p.291–312, 2015.

HESS, D; SOLOMON, E; SPEARS, R; HE, J. Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. **Journal of endodontics**, v.37, p.1547-9, 2011.

HURSH, KA; KIRKPATRICK, TC; CARDON, JW; BREWSTER, JA; BLACK, SW; HIMEL, VT; SABEY, KA. Shear bond comparison between 4 bioceramic materials and dual-cure composite resin. **Journal of endodontics**, v.45, n.11, p.1378-1383, 2019.

JANG, Y; LEE, B; KOH, J; PARK, Y; JOO, N; CHANG, H; HWANG, I; OH, W; HWANG, Y. Cytotoxicity and physical properties of tricalcium silicate-based endodontic materials. **Restor dent endod**, v.39, n.2, p.89-94, 2014.

KATGE, FA; SHIVASHARAN, PR; PATIL, D. Sealing ability of mineral trioxide aggregate plus™ and biodentine™ for repair of furcal perforation in primary molars: an in vitro study. **Contemporary clinical dentistry**, v.7, n.4, p. 487-492, 2016.

KAUR, M; SINGH, H; DHILLON, J; BATRA, M; SAINI, M. Mta versus biodentine: review of literature with a comparative analysis. **J clin diagn res**, v.11, n.8, p.01-05, 2017.

KENCHAPPA, M; GUPTA, S; GUPTA, P; SHARMA, P. Dentine in a capsule: clinical case reports. **J indian soc pedod prev dent**, v.33, n.3, p.250-4, 2015.

LOUSHINE, BA; BRYAN, TE; LOONEY, SW, LLENA, PR. Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. **Journal of endodontics**, v.37, p.673-7, 2011.

MCMICHAEL, GE; PRIMUS, CM; OPPERMAN, LA. Dentinal tubule penetration of tricalcium silicate sealers. **Journal of endodontics**, v.42, n.4, p.632-636, 2016.

MOINZADEH, AT; PORTOLES, CA; WISMAYER, PS; CAMILLERI, J. Bioactivity potential of endosequence bc rrm putty. **Journal of endodontics**, v.42, n.4, p.615-621, 2016.

MONTEIRO, C; TONETTO, M; BANDECA, M; BORGES, A; SEGALLA, J; JORDÃO-BASSO, C; PUETATE, C; KUGA, M. Repair of iatrogenic furcal perforation with mineral trioxide aggregate: a seven-year follow-up. **Iran endod j**, v.12, n.4, p.516-520, 2017.

MUÑOZ, GP. **Mta vs. Biodentine: tratamento das perfurações radiculares e de furca**. Mestrado integrado em medicina. 2018.

OCCHI, IGP; SOUZA, AA; RODRIGUES, V; TOMAZINHO, LF. Avaliação de sucesso e insucesso dos tratamentos endodônticos realizados na clínica odontológica da unipar. **Uningá review**, v.2, n.08, p. 39-46, 2011.

OKAMURA, T; CHEN, L; TSUMANO, S; IKEDA, C; KOMASA, S; TOMINAGA, K; HASHIMOTO, Y. Biocompatibility of a high-plasticity, calcium silicate-based, ready-to-use material. **Materials**, v.13, n.21, p. 4770, 2020.

PATEL, S; DUNCAN, HF. Pitt ford's problem-based learning in endodontology. **John wiley & sons**, 2011.

PINTO, JDS. **Tratamento das perfurações de origem endodôntica: revisão de literatura**. Universidade federal do rio grande do sul. p.1-25, 2018.

RAGHAVENDRA, S; JADHAV, G; GATHANI, K; KOTADIA, P. Bioceramics in endodontics - a review. **J istanbul univ fac dent**, v.51, n.3, p.128-137, 2017.

REIS, MS; 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™. **Clinical oral investigations**, v.23, n.11, p.4019-4027, 2019.

SAED, MS; ASHLEY, MP; DARCEY, J. Root perforations: aetiology, management strategies and outcomes. **British dental journal**, v.220, n.4, p.171-180, 2016.

SÁNCHEZ, JMS. **Capacidade de selamento de mta e biodentine**. Mestrado integrado em medicina dentária. p.1-27, 2019.

SILVA, E; ANDRADE, C; TAY, L; HERRERA, D. Furcal-perforation repair with mineral trioxide aggregate: two years follow-up. **Indian j dent res**, v.23, n.4, p.542-5, 2012.

SILVA, LAB; PIERONI, KAMG; SILVA, RAB; LUCISANO, MP. Furcation perforation: periradicular tissue response to biodentine as a repair material by histopathologic and indirectimmunofluorescence analyses. **Joe**, v.43, n.7, p.1139-1147, 2017.

SINKAR, RC; PATIL, SS; JOGAD, NP; GADE, VJ. Comparison of sealing ability of proroot mta, retromta, and biodentine as furcation repair materials: an ultraviolet spectrophotometric analysis. **J Conserv Dent**, v.18, n.6, p.445–448, 2015.

SOUSA, N. B. et al. Agregado de trióxido mineral e uso como material retro-obturador em cirurgia paraendodôntica. *Rev bras odontol*, Rio de Janeiro, v. 71, n. 2, p. 144-7, jul./dez. 2014.

SOUSA, PCF; REZENDE, TMB. Ocorrência de perfurações radiculares nas clínicas odontológicas integradas da universidade católica de brasília. **Oral sci**, v.4, n.1, p.18-23, 2012.

UTNEJA, S; NAWAL, R; TALWAR, S; VERMA, M. Current perspectives of bio-ceramic technology in endodontics: calcium enriched mixture cement - review of its composition, properties and applications. **Restor dent endod**, v.40, n.1, p.1-13, 2015.

APÊNDICE A: Artigo Científico

CIMENTOS BIOCERÂMICOS COMO MATERIAIS SELADORES EM PERFURAÇÕES RADICULARES: uma revisão da literatura

Fernanda Lorena de França Lima
Izabelle Maria Cabral de Azevedo
Ana Graziela Araújo Ribeiro

RESUMO

As perfurações radiculares são comunicações entre os tecidos de sustentação e o canal radicular, ou seja, o contato entre o conduto radicular, periodonto e osso alveolar. Sua etiologia pode ser por fatores iatrogênicos ou patológicos. Existem vários materiais que são usados para o tratamento dessas perfurações, no entanto, o material ideal deve selar bem a área perfurada, evitando a comunicação entre o canal radicular e os tecidos circundantes. As perfurações radiculares podem ser tratadas com vários materiais, tais como agregado de trióxido mineral (MTA), cimento de ionômero de vidro, amálgama, resinas compostas, cimentos de zinco-óxido eugenol e materiais à base de silicato de cálcio. O objetivo deste trabalho é comparar as vantagens, desvantagens, propriedades físicas e químicas do MTA que é o material padrão ouro no selamento de perfurações radiculares com outros materiais como bio-c, endosequence e biodentine. Esta pesquisa trata-se de uma revisão de literatura descritiva com abordagem qualitativa, realizada por meio da busca eletrônica de periódicos na base de dado PUBMED, utilizando-se os descritores “bio-C”, “endoSequence”, “aggregate mineral trioxide” e “biodentine”. O MTA foi o primeiro material biocerâmico usado nas perfurações endodônticas, com excelente capacidade de biocompatibilidade com os tecidos adjacentes e selamento entre dente e tecidos de suporte. O biodentine possui propriedades que superam algumas limitações do MTA, por isso, que ele é indicado quando não é possível usar esse último nas perfurações radiculares. A principal característica do endosequence é que ele consegue atingir seu endurecimento mesmo em contato com fluidos ou sangue, ou seja, a humidade presente nos túbulos dentinários ou na região perfurada favorece ainda mais essa propriedade de solubilidade. Já o cimento bio-C repair foi introduzido recentemente no mercado brasileiro. Seus componentes são semelhantes ao do cimento endosequence. Dentre esses materiais estudados, o biodentine demonstrou características semelhantes ao cimento MTA, superando as suas desvantagens, por isso, esse cimento pode ser uma alternativa eficaz.

Palavras-Chaves: Materiais biocompatíveis. Cimentos dentários. Endodontia.

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico visa manter a integridade do elemento dentário, possibilitando a conservação da dentição natural e preservando sua estética, forma e função do sistema no sistema estomatognático, sem causar danos à saúde sistêmica do paciente. Além disso, essa terapia pulpar busca a limpeza, desinfecção, ampliação e moldagem do canal radicular por meio de instrumentos endodônticos associados a irrigação com soluções químicas auxiliares. Para isso, é necessário respeitar todas as etapas do procedimento (GONÇALVEZ, 2016).

Contudo, quando elas são negligenciadas pode ocorrer acidentes e complicações, devido a pouca habilidade do profissional, anatomia dentária interna complexa e o desconhecimento das propriedades mecânicas dos instrumentos. Nas principais complicações e acidentes estão às fraturas de instrumentos endodônticos dentro do canal radicular, sobreinstrumentação, formação de degrau, falso canal durante a instrumentação e perfurações radiculares (OCCHI *et al.*, 2011; BORGES *et al.*, 2014; SINKAR *et al.*, 2015).

As perfurações radiculares são comunicações entre os tecidos de sustentação e o canal radicular, ou seja, o contato entre o conduto radicular, periodonto e osso alveolar. Sua etiologia pode ser por fatores iatrogênicos ou patológicos. As causas iatrogênicas ocorrem durante as etapas da terapia pulpar, como na abertura coronária da cavidade, instrumentação, localização dos canais ou o mau uso dos instrumentos endodônticos. Já os fatores patológicos mais comuns são reabsorções radiculares e lesões de cárie dentária. Além disso, as perfurações podem acontecer por processos patológicos como a cárie dentária, traumatismo e reabsorções radiculares (SILVA *et al.*, 2012; BORGES *et al.*, 2014; EGHBAL; FAZLYASB; ASGARY, 2014; KATGE; SHIVASHARAM; PATIL, 2016).

Dessa forma, as perfurações radiculares de origem endodôntica não são raras, ocorrendo em 12% dos elementos dentários submetidos ao tratamento endodôntico. Podem acontecer no terço médio, cervical e apical do dente, permitindo a invasão de microrganismos no interior dos canais radiculares, induzindo o insucesso da terapia pulpar. Por isso, elas devem ser tratadas o mais rápido possível por meio do selamento com materiais biocompatíveis. No entanto, essas perfurações podem não ser detectadas e tratadas precocemente, provocando inflamações nos tecidos periodontais com envolvimento da estrutura de suporte, levando assim à perda do

dente (FROUGHREYHANI *et al.*, 2013; KENCHAPPA *et al.*, 2015; SINKAR *et al.*, 2015; SAED *et al.*, 2016; COUTINHO; PAULO, 2019).

Por isso, é necessário realizar um diagnóstico rápido e tratamento correto para evitar a perda dentária. Esse diagnóstico deve ser realizado por meio de exames clínicos e radiográficos, assim como a importância e atenção durante as etapas do procedimento, pois clinicamente seu diagnóstico ainda é um desafio. Além disso, as perfurações radiculares podem ser tratadas com vários materiais, tais como agregado de trióxido mineral (MTA), cimento de ionômero de vidro e materiais à base de silicato de cálcio. Dessa forma, reconhecem-se a importância do conhecimento de materiais seladores com ótimas propriedades biocompatíveis, antimicrobianas, físicas e químicas para a reparação de perfurações (SOUSA; REZENDE, 2012; UTNEJA *et al.*, 2015).

O objetivo deste trabalho é comparar as vantagens, desvantagens, propriedades físicas e químicas do MTA que é o material padrão ouro no selamento de perfurações radiculares com outros materiais como Bio-c repair, Endosequence e Biodentine.

2 METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma revisão de literatura descritiva com abordagem qualitativa. A coleta de informações foi realizada por meio das bases de dados PUBMED (National Library of Medicine), SciELO (Scientific Electronic Library Online) e Lilacs (Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde), utilizando-se os seguintes descritores: “materiais biocompatíveis”, “cimentos dentários” e “endodontia”, assim como seus correspondentes em inglês.

Os critérios de inclusão foram trabalhos científicos nos idiomas inglês e português, revisões de literatura, observacionais e experimentais, relatos de casos e literaturas cinza como: monografias, dissertações, teses, livros e trabalho de conclusão de curso publicada entre os anos de 2011 e 2020. Foram excluídos estudos publicados em outros idiomas, repetidos, publicados há mais de 10 anos, artigos que fugiam da temática estudada e que não estavam disponíveis por completo gratuitamente.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Perfurações Radiculares

As perfurações radiculares são acidentes clínicos onde se tem a comunicação entre canais radiculares e tecidos de suporte dentário, ocasionados por falta de cuidados e atenção do operador, desconhecimento da anatomia, erro de análise radiográfica e desconhecimento dos instrumentais utilizados. Podem ser por iatrogenia que são os acidentes durante o tratamento endodôntico ou abertura da cavidade, além disso, podem também ocorrer por processos patológicos como a cárie e reabsorção radicular (SILVA *et al.*, 2012).

Durante a abertura coronária ou remoção do teto da câmara pulpar pode ocorrer uma perfuração ao se utilizar de brocas com tamanhos incompatíveis com o dente, ou se a direção da broca for inadequada durante o acesso aos canais radiculares. O tratamento dessa perfuração deve ser realizado imediatamente após a sua ocorrência, buscando reduzir o risco de infecção no local do acidente (KATGE; SHIVASHARAM; PATIL, 2016; MONTEIRO *et al.*, 2017).

As perfurações de origem de origem endodôntica podem ocorrer no assoalho da câmara pulpar, região de furca, no terço cervical, médio e apical da raiz. Contudo, as perfurações nas regiões do assoalho e no terço cervical da raiz têm mais chances de prejudicar a terapia pulpar, promovendo reações inflamatórias no local da perfuração, perda do suporte dos tecidos periodontais, contaminação do conduto radicular e até provocar a perda do elemento dentário. Essa contaminação da área perfurada e dos tecidos adjacentes acontece por meio de bactérias oriundas dos tecidos periodontais ou por bactérias presentes no próprio canal radicular (PINTO, 2018).

O prognóstico das perfurações radiculares vai depender da localização, extensão da lesão, tempo de acometimento e/ou contaminação, facilidade de acessar a região perfurada e o material selador utilizado. Além disso, as perfurações tratadas imediatamente ou o mais breve possível têm um melhor prognóstico do que as que são tratadas tardiamente. As perfurações localizadas nas regiões nos terços médio e apical da raiz podem ser apontadas como mais favoráveis ao tratamento do que as demais, já que estão mais distantes das regiões com bactérias oriundas da cavidade bucal, evitando o estabelecimento de infecções (SILVA *et al.*, 2012).

O tratamento dessas perfurações depende de cada situação clínica, muitas vezes realizada por via endodôntica. Contudo, deve-se preconizar em todas as abordagens terapêuticas a localização, descontaminação e selamento do canal radicular com material biocompatível com os tecidos periodontais, de fácil manipulação, que tenha ótima capacidade seladora e que possa promover osteogênese e cementogênese. O principal objetivo do tratamento das perfurações é paralisar a progressão da inflamação e perda de adesão ao tecido, evitando infecções e estabelecendo as funções fisiológicas do tecido adjacente e do dente perfurado (ANACLETO, 2012; BORGES *et al.*, 2014; PINTO, 2018).

As perfurações radiculares podem ser tratadas por via endodôntica, ou seja, através do próprio canal radicular ou por meio cirúrgico na superfície radicular externamente. No entanto, a primeira opção é o tratamento por meio do acesso endodôntico por ser menos invasivo e possibilitando melhores condições de irrigação da região contaminada, além de preservar uma maior quantidade de tecido ósseo. O tratamento tardio pode provocar alterações periodontais e, conseqüentemente, originar uma lesão endoperiodontal. Além disso, é fundamental um bom selamento dessa comunicação. Um material selador ideal deve ter propriedades físico-químicas adequadas, ter potencial antimicrobiano, ser bioativo e ter biocompatibilidade (PINTO, 2018; BENETTI *et al.*, 2019).

Um selamento pode ser realizado por meio de vários materiais como hidroxiapatita, amálgama, hidróxido de cálcio, resina composta, guta percha, cimento de fosfato de zinco, cimento de óxido de zinco e ionômero de vidro. Contudo, esses materiais não possuem as propriedades ideais para vedar as perfurações endodônticas. Por isso, foram introduzidos os cimentos biocerâmicos para o reparo dessas perfurações como os materiais a base de silicato tricálcico (MTA) e os cimentos bio-C, endosequence e biodentine (EGHBAL; FAZLYASB; ASGARY, 2014; MUNÓZ, 2018; PINTO, 2018).

3.2 Cimentos Biocerâmicos

Os cimentos biocerâmicos têm sido amplamente estudados em Endodontia, tanto para sua utilização em perfurações como até mesmo para obturações dos canais radiculares. Sua principal característica é a biocompatibilidade com o tecido periapical e pulpar e incluem em sua composição a alumina e zircônia,

vidro bioativo, cerâmica de vidro, silicato de cálcio, hidroxiapatita e fosfato de cálcio reabsorvível. Esses materiais não prejudicam os tecidos biológicos e evitam o crescimento das bactérias na região perfurada. Além disso, possui potencial antimicrobiano, ph elevado, uma maior capacidade de vedamento, regeneração dos tecidos, promovendo o reparo biológico e a reorganização dos tecidos periapicais e periodontais (PINTO, 2018; MUÑOZ, 2018).

Os cimentos biocerâmicos utilizam a água presente no sistema tubular para iniciar o seu processo de presa. A água presente na dentina radicular é fundamental para hidratar os silicatos de cálcio, produzindo um gel de hidrato de silicato de cálcio e hidróxido de cálcio que, ao reagir com o fosfato, geram água e hidroxiapatita. Dessa forma, a água continua agindo com o silicato de cálcio, acelerando o hidrato de silicato e formando uma consistência similar a um gel, ou seja, no mecanismo de ação dos cimentos biocerâmicos ocorrem reações de hidratação e precipitação, influenciando o tempo de presa do material. Vale pontuar que os cimentos à base de silicato de cálcio possuem a capacidade de adesão química à dentina radicular, modificando o seu ph (BORGES *et al.*, 2014; EGHBAL; FAZLYASB; ASGARY, 2014; RAGHVENDRA *et al.*, 2017).

3.2.1 MTA

O MTA foi o primeiro material biocerâmico usado nas perfurações endodônticas. Em 1990 esse cimento foi desenvolvido e até hoje é considerado um material com excelente capacidade de biocompatibilidade com os tecidos adjacentes e selamento entre dente e tecidos de suporte. Esse material chamou atenção pelos seus resultados e benefícios em relação às propriedades físicas, químicas e biológicas. Além disso, é um material hidrofílico, que consegue ter a sua presa mesmo em presença de água. Essa propriedade é muito importante para os cimentos odontológicos e aumenta a sua capacidade de melhorar o processo de mineralização. Devido a essas propriedades o MTA é o mais utilizado no tratamento de perfurações radiculares (BORGES *et al.*, 2014; BARRETO, 2018; COUTINHO; PAULO, 2019).

O MTA pode ser apresentado sob a forma de pó com coloração cinza ou branco, contendo partículas hidrofílicas, seus principais elementos são silicato tricálcio, aluminato tricálcio, óxido tricálcio e óxido bismuto responsável pela radiopacidade. O MTA tem composição química diferente dos cimentos biocerâmicos

à base de silicato de cálcio, no entanto, suas finalidades clínicas são semelhantes. É um material que foi indicado primeiramente para o preenchimento dos condutos radiculares, tratamentos de pulpotomia, capeamento pulpar, apicigênese / apicificação, obturação do canal e formação de barreira gengival. Depois, passou a ser indicado para o selamento de perfurações radiculares e para o tratamento de reabsorções internas e externas (UTNEJA *et al.*, 2015).

O bom desempenho desse material se justifica por suas boas propriedades químicas e físicas como a baixa solubilidade, biocompatibilidade, além de baixa resposta inflamatória tecidual, ação antimicrobiana e ainda estimular formação de cimento e osso, levando à regeneração do ligamento periodontal ao redor do local da lesão. Podemos destacar como sua principal desvantagem a sua capacidade de descoloração, difícil manipulação, longo tempo de presa, alto custo de material, consistência arenosa e a dificuldade de sua remoção após a colocação. Além disso, o longo tempo de exposição das células ao cimento antes de seu endurecimento completo pode comprometer suas propriedades biológicas e físicas, levando a uma reação inflamatória (SINKAR *et al.*, 2015; BAROUDI; SAMIR, 2016).

A aplicação clínica do MTA além de ser favorável para o vedamento de perfurações endodônticas, consegue prevenir infiltrações, possui capacidade de presa na presença de umidade e permite um tempo adequado de trabalho. Possui baixa indução de inflamação com capacidade de reparação tecidual, por isso, é um material que oferece excelentes condições para o tratamento de perfurações de origem endodônticas e melhor adaptação às paredes dos condutos radiculares. Dessa forma, na tentativa de superar as desvantagens do MTA, foram criados novos cimentos a base de silicato de cálcio com propriedades mais eficientes, tais como: Biodentine, Bio-C repair e Endosequence (UTNEJA *et al.*, 2015; COUTINHO; PAULO, 2019).

3.2.2 Biodentine

O Biodentine é outro cimento que está sendo utilizado nas perfurações endodônticas, foi introduzido no mercado em 2009, depois do MTA pela Septodont (Saint-Maurdes-fossés Cedex, França) com a nomenclatura RD94. Inicialmente sua finalidade era imitar o ionômero de vidro, usando-o para substituir as restaurações com resina composta, fazendo a função da dentina. Além disso, suas propriedades superam algumas limitações do MTA, por isso, que ele é indicado quando não é

possível usar esse último nas perfurações radiculares (AGGARWAL *et al.*, 2013; JANG *et al.*, 2014; SÁNCHEZ, 2019).

Os principais componentes desse material são silicato de tricálcico, silicato de cálcio, carbonato de cálcio, água e óxido de zircônio, ou seja, é um cimento à base de cálcio, além de ser inorgânico e não é metálico. Pode ser encontrado na forma líquida e em pó; o cimento biodentine em pó contém o silicato de cálcio, silicato de tricálcico, óxido de zircônio e carbonato de cálcio, enquanto, que a forma líquida é composta por água com cloreto de cálcio para acelerar a reação, além de ter agente redutor de água em sua fórmula. Contudo, não se utiliza essas duas fórmulas separadas, o pó e o líquido são misturados e triturados por 30 segundos para poder ser usado (KENCHAPPA *et al.*, 2015; SÁNCHEZ, 2019).

Além disso, o biodentine tem como base o policarboxilato modificado, responsável por atingir alta resistência em curto período de tempo, assim a água exigida na mistura é reduzida, facilitando o seu manuseio. Possui várias propriedades dentre elas estão seu potencial de induzir a formação de dentina reparadora, não modifica a genética das células, alta capacidade de selamento marginal e não é citotóxico (BRENES, 2014; BRAITT *et al.*, 2015).

Esse cimento endodôntico possui um tempo de presa relativamente rápido de 9 a 45 minutos, é biocompatível com o pH alcalino, excelente força de flexão, evitando as chances de fraturas radiculares, propriedades bioativas e tem alta resistência à compressão. Essa última característica física é fundamental para suportar as cargas mastigatórias, já que o biodentine é muito utilizado em dentes com polpa viva. Além disso, essa resistência aumenta com o tempo de presa do cimento até atingir uma força de compressão semelhante à de um dente natural (BRENES, 2014; HAAPASALO *et al.*, 2015; KAUR *et al.*, 2017).

3.2.3 Endosequence

O cimento endodôntico Endosequence é um material biocerâmico pré-manipulado e possui coloração branca, apresenta na sua composição: óxido de zircônio, silicato de cálcio, fosfato de cálcio monobásico, hidróxido de cálcio e agentes espessantes. Além desses, possuem componentes inorgânicos que são silicato tricálcico, silicato dicálcio, fosfato de cálcio, sílica coloidal e hidróxido de cálcio. Esse

ciamento, também é conhecido como IROOT SP, introduzido recentemente na odontologia e no mercado (LOUSHINE *et al.*, 2011).

A principal característica desse material é que ele consegue pagar presa mesmo em contato com fluidos ou sangue, ou seja, a umidade presente nos túbulos dentinários ou na região perfurada favorece ainda mais essa propriedade de solubilidade. Por isso que o Endosequence é indicado para as perfurações endodônticas, pois a dentina radicular possui 20% de água e isso ajuda o material no seu processo de endurecimento. Dessa forma ele é considerado um cimento hidrofílico (LOUSHINE *et al.*, 2011; HESS; SALOMON; SPEARS, 2011).

Além disso, o Endosequence é um cimento que não sofre alteração em sua configuração, é insolúvel e apresenta boa atividade antimicrobiana. Outras características apresentadas são os elevados níveis de liberação de íons de cálcio, pH alcalino assim como cimento Biodentine e possui alta capacidade de absorção de água. Alguns estudos demonstraram citotoxicidade após a sua manipulação, contudo, outras pesquisas mostram que após 24 horas de presa o cimento não teve mais citotoxicidade (LOUSHINE *et al.*, 2011; CANDEIRO *et al.*, 2012; BORGES *et al.*, 2014).

O Endosequence é um cimento que tem propriedade a radiopacidade, possui capacidade antimicrobiana devido ao seu ph alcalino, biocompatível, osteogênico, antibacteriano e resistente a umidade. Uma das vantagens do Endosequence em comparação com o MTA é que ele possui melhor vedação da área perfurada, penetrando mais nos túbulos dentinários. A presença de bactérias e fluidos não interferem em suas propriedades e, apresenta uma excelente biomineralização e altos níveis de resistência de união à dentina (LOUSHINE *et al.*, 2011; CANDEIRO *et al.*, 2012).

3.2.4 Bio-C

O cimento Bio-C repair foi introduzido recentemente no mercado brasileiro. Seus componentes são semelhantes ao do cimento Endosequence, tais como silicato de cálcio, aluminato de cálcio, óxido de cálcio, óxido de zircônio, óxido de ferro, dióxido de silicone, agentes de dispersão, sendo que, a radiopacidade desse material é devido à presença do óxido de zircônio. Além disso, ele já vem pronto para o uso com tempo de presa de 60 a 120 minutos (SILVA *et al.*, 2017).

É essencial que os cimentos endodônticos tenham um escoamento ideal, o Bio-C possui um adequado escoamento, dentro da conformidade com a norma ISO, contudo, existem poucas pesquisas que comparam essa propriedade. Esse escoamento permite a penetração do cimento nos túbulos dentinários. Além disso, esse cimento é à base de silicato de cálcio e a sua maior desvantagem em comparação com os outros cimentos biocerâmicos é que possui pouca solubilidade e, em perfurações radiculares, muitas vezes tem a presença de fluidos e umidade (SILVA *et al.*, 2017; BENETTI *et al.*, 2019).

O cimento Bio-C possui propriedades bioativas devido à liberação de íons de cálcio, estimulando a formação de tecido mineralizado quando há o contato com os tecidos biológicos. Possui baixa citotoxicidade em todas as diluições de sua manipulação, além disso, o seu alto teor de cálcio, oxigênio e silício que favorecem a bioatividade e a biomineralização. Essa formação de íons ocorre durante a fase inicial do processo de fixação do cimento a dentina e está relacionada com a solubilidade desse cimento e seus componentes antimicrobianos (BENETTI *et al.*, 2019).

O Bio-C apresenta excelente capacidade de cicatrização do tecido periapical, por isso demonstra resultados favoráveis no reparo radicular diante de uma perfuração endodôntica. Esse processo de cicatrização satisfatório ajuda a minimizar ou neutralizar as reações inflamatórias dos tecidos adjacentes a perfuração. Além disso, esse cimento apresenta citotoxicidade mais fraca, é biocompatível e seguro, favorecendo a reparação radicular (OKAMURA *et al.*, 2020).

3 DISCUSSÃO

O MTA foi o primeiro cimento biocerâmico usado na endodontia, sendo que é o mais utilizado no selamento de perfurações radiculares de origem endodôntica, em função das suas propriedades como efetividade na vedação e biocompatibilidade. Seus principais compósitos são silicato de cálcio, tricálcico, sulfato de cálcio, aluminato tricálcico, óxido de bismuto e tricálcico (EID *et al.*, 2012; KENCHAPPA *et al.*, 2015). Tanto o MTA quanto outros materiais biocerâmicos mostraram nas pesquisas propriedades biológicas, químicas e físicas promissoras na preservação da vitalidade pulpar. Estudos confirmam a sua capacidade de se estabelecer na presença de sangue e outros fluídos, demonstrando uma excelente biocompatibilidade com os tecidos periapicais (HURSH *et al.*, 2019).

Além disso, o MTA vem sendo a primeira escolha para a recuperação de perfurações radiculares devido a sua capacidade indutiva e condutora de formação de tecido mineralizado, baixa solubilidade depois da presa, contribuindo para atividade antimicrobiana nas superfícies radiculares. Os autores concluíram que a dissolução de minerais do MTA induz a produção de hidroxiapatita, provocando uma ligação química com a dentina e, conseqüentemente, produzindo uma camada entre o MTA e a dentina. Uma das desvantagens observadas do cimento MTA é o seu potencial de descoloração do dente, por isso, outros cimentos biocerâmicos estão sendo utilizados no selamento dessas perfurações (HURSH *et al.*, 2019).

O endosequence é um cimento à base de silicato tricálcico, usado também no reparo de raízes perfuradas, tratamento de reabsorções radiculares, capeamento pulpar, vedamento da extremidade da raiz e preenchimento retrógrado em procedimentos cirúrgicos. Esse material é hidráulico, por isso, suas propriedades melhoram na presença de água, difundindo-se nos seus componentes, ou seja, quando ele é fixado na água há a liberação de hidróxido de cálcio, além de possuir potencial osteogênico. Já o biodentine, mostrou ser um cimento bastante utilizado ultimamente por possuir alta resistência à compressão com presa rápida (MOINZADENT *et al.*, 2016; HURSH *et al.*, 2019).

Tanto o endosequence quanto o cimento biodentine apresentou consideravelmente menos descoloração dental em comparação com o MTA e possuem melhores características de manuseio. O MTA, biodentine e endosequence são afetados em contato com o sangue e fluidos corporais, perdendo algumas de suas propriedades físicas. Contudo, os cimentos de silicato de cálcio podem ser expostos a forças de deslocamento, tais como forças mastigatórias e de condensação durante a realização de restaurações e obturações (HURSH *et al.*, 2019).

O MTA é difícil de ser manipulado por ser um material relativamente grosso, impedindo a obtenção da baixa espessura necessária para selar as perfurações radiculares. No entanto, recentemente, novos produtos com silicato tricálcico e de cálcio foram introduzidos no mercado com fácil manipulação e adequada espessura, como o NeoMTA plus, biodentine, bio-c e endosequence. Uma das propriedades preconizadas nos cimentos endodônticos é a sua capacidade de penetração nos túbulos dentinários, que são menores no ápice do dente e maiores quando estão mais próximos da coroa, e na parede pulpar esses túbulos tendem a variar de diâmetro (MCMICHAEL; PRIMUS; OPPERMAN, 2016).

Dessa forma, o tamanho da partícula do cimento endodôntico deve ser menor que o diâmetro do túbulo dentinário para que ocorra a sua penetração, logo, quanto maior for o túbulo, mais fundo as partículas do cimento penetram. Neste estudo, o MTA não apresentou penetração tubular efetiva por apresentarem partículas maiores que o diâmetro dos túbulos. Os cimentos a base de silicato de tricálcico conseguem penetrar apenas 2mm de profundidade tubular. Entretanto, a penetração desses cimentos forma uma barreira física, melhorando a retenção do material nas paredes dentinárias e eliminando as bactérias residuais. Conseqüentemente, quanto mais selante penetrar nos túbulos dentinários maior será o seu efeito antibacteriano (MCMICHAEL; PRIMUS; OPPERMAN, 2016).

Diante de uma perfuração endodôntica, o material selador precisa permanecer com suas propriedades físicas e químicas ao ter contanto com fluidos e sangue. Dessa forma, o endosequence apresentou nos estudos ser um cimento que consegue pegar presa em contato com umidade da área perfurada. Enquanto que o bio-C mostrou resultados de baixa solubilidade na presença de umidade ou fluidos (LOUSHINE *et al.*, 2011; HESS; SALOMON; SPEARS, 2011).

Além disso, tanto o endosequence quanto o bio-C repair e o biodentine possuem a capacidade de liberar altos níveis de íons de cálcio, estimulando a formação de tecido mineralizado na área perfurada. No entanto, alguns estudos revelaram que o endosequence pode apresentar citotoxicidade após sua manipulação (BORGES *et al.*, 2014; LOUSHINE *et al.*, 2011; CANDEIRO *et al.*, 2012; LÓPEZ-GARCIA *et al.*, 2019).

Silva *et al.*, (2017) avaliaram os tecidos periapicais após o selamento de perfurações radiculares com cimentos endodônticos, dentre eles o biodentine e o MTA. Observaram que tanto o MTA quanto o biodentine induziram a formação de tecido mineralizado, favorecendo o selamento da região perfurada.

5 CONCLUSÃO

Dentre esses materiais estudados, o biodentine demonstrou características semelhantes ao cimento MTA, superando as suas desvantagens, por isso, esse cimento pode ser uma alternativa eficaz. Além disso, existem poucos estudos sobre o Bio-C repair, esclarecendo suas vantagens, desvantagens e propriedades que demonstrem sua eficácia clínica em perfurações endodônticas. Dessa forma, forma

os poucos achados científicos não permitem uma comparação adequada com os outros cimentos.

REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, V; SINGLA, M; MIGLANI, S; KOHLI, S. Comparative evaluation of push-out bond strength of proroot mta, biodentine, and mta plus in furcation perforation repair. **J conserve dent**, v.16, n.5, p.462-465, 2013.
- ANACLETO, FN. **Tratamento das perfurações radiculares: revisão da literatura**. Trabalho de conclusão de curso. 2012.
- BAROUDI, K; SAMIR, S. Sealing ability of mta used in perforation repair of permanent teeth; literature review. **Open dent j**, v.10, p.278-286, 2016.
- BARRETO, EPDS. **Tratamento das perfurações radiculares: revisão de literatura**. Centro de pós-graduação em odontologia. p. 1-29, 2018.
- BENETTI, Francine et al . Cytotoxicity, Biocompatibility and Biomineralization of a New Ready-for-Use Bioceramic Repair Material. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto , v. 30, n. 4, p. 325-332, July 2019 .
- BORGES, ÁH; BANDECA, MC; TONETTO, MR; FAITARONI, LA; CARVALHO, ER DS; GUERREIRO-TANOMARU, JM; TANOMARU FILHO, M. Portland cement use in dental root perforations: a long term followup. **Case reports in dentistry**, v.20, n.14, 2014.
- BRAITT, A; ANDRADE, C; LIMOEIRO, A; MUNIZ, Y; BUENO, C. Avaliação da infiltração marginal apical em dentes retro-obturados com mta/água e mta/fillapex: estudo em dentes avulsionados. **Dental press endod**, v.5, n.1, p.30-9, 2015.
- BRENES, SLR. Microfiltration comparison of three bioceramic materials in retrodental seals: in vitro study. **Rev odont vit**, v.2, n.21, 2014.
- CANDEIRO, GTDM; CORREIA, FC; DUARTE, MAH; RIBEIRO-SIQUEIRA, DC; GAVINI, G. Evaluation of radiopacity, ph, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. **Journal of endodontics**, v.38, p.842-5, 2012.
- COUTINHO, LO; PAULO, AO. **Tratamento endodôntico do dente 14 com perfuração cervical com mta: relato de caso clínico**. p.1-9, 2019.
- EGHBAL, M; FAZLYAB M; ASGARY, S. Repair of a strip perforation with calcium-enriched mixture cement: a case report. **Iran endod j**, v.9, n.3, p.225-8, 2014.
- EID, A; KOMABAYASHI, T; WATANABE, E; SHIRAISHI, T; WATANABE, I. Characterization of the mineral trioxide aggregate–resin modified glass ionomer cement interface in different setting conditions. **J endod**, v.38, n.8, p.1126-1129, 2012.
- FROUGHREYHANI, M; MILANI, A; BARAKATEIN, B; SHIEZADEH, V. Treatment of strip perforation using root mta: a case report. **Iran endod j**, v.8, n.2, p.80-3, 2013.
- GONÇALVES, LFL. **Soluções irrigadoras em endodontia**. Tese de doutorado. 2016.

HAAPASALO, M; SHEN, Y; QIAN, W; GAO, Y. Irrigation in endodontics. **Dental clinics of north america**, v.54, p.291–312, 2015.

HESS, D; SOLOMON, E; SPEARS, R; HE, J. Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. **Journal of endodontics**, v.37, p.1547-9, 2011.

HURSH, KA; KIRKPATRICK, TC; CARDON, JW; BREWSTER, JA; BLACK, SW; HIMEL, VT; SABEY, KA. Shear bond comparison between 4 bioceramic materials and dual-cure composite resin. **Journal of endodontics**, v.45, n.11, p.1378-1383, 2019.

JANG, Y; LEE, B; KOH, J; PARK, Y; JOO, N; CHANG, H; HWANG, I; OH, W; HWANG, Y. Cytotoxicity and physical properties of tricalcium silicate-based endodontic materials. **Restor dent endod**, v.39, n.2, p.89-94, 2014.

KATGE, FA; SHIVASHARAN, PR; PATIL, D. Sealing ability of mineral trioxide aggregate plus™ and biodentine™ for repair of furcal perforation in primary molars: an in vitro study. **Contemporary clinical dentistry**, v.7, n.4, p. 487-492, 2016.

KAUR, M; SINGH, H; DHILLON, J; BATRA, M; SAINI, M. Mta versus biodentine: review of literature with a comparative analysis. **J clin diagn res**, v.11, n.8, p.01-05, 2017.

KENCHAPPA, M; GUPTA, S; GUPTA, P; SHARMA, P. Dentine in a capsule: clinical case reports. **J indian soc pedod prev dent**, v.33, n.3, p.250-4, 2015.

LOUSHINE, BA; BRYAN, TE; LOONEY, SW, LLENA, PR. Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. **Journal of endodontics**, v.37, p.673-7, 2011.

MCMICHAEL, GE; PRIMUS, CM; OPPERMAN, LA. Dentinal tubule penetration of tricalcium silicate sealers. **Journal of endodontics**, v.42, n.4, p.632-636, 2016.

MOINZADEH, AT; PORTOLES, CA; WISMAYER, PS; CAMILLERI, J. Bioactivity potential of endosequence bc rrm putty. **Journal of endodontics**, v.42, n.4, p.615-621, 2016.

MONTEIRO, C; TONETTO, M; BANDECA, M; BORGES, A; SEGALLA, J; JORDÃO-BASSO, C; PUETATE, C; KUGA, M. Repair of iatrogenic furcal perforation with mineral trioxide aggregate: a seven-year follow-up. **Iran endod j**, v.12, n.4, p.516-520, 2017.

MUÑOZ, GP. **Mta vs. Biodentine: tratamento das perfurações radiculares e de furca**. Mestrado integrado em medicina. 2018.

OCCHI, IGP; SOUZA, AA; RODRIGUES, V; TOMAZINHO, LF. Avaliação de sucesso e insucesso dos tratamentos endodônticos realizados na clínica odontológica da unipar. **Uningá review**, v.2, n.08, p. 39-46, 2011.

OKAMURA, T; CHEN, L; TSUMANO, S; IKEDA, C; KOMASA, S; TOMINAGA, K; HASHIMOTO, Y. Biocompatibility of a high-plasticity, calcium silicate-based, ready-to-use material. **Materials**, v.13, n.21, p. 4770, 2020.

PATEL, S; DUNCAN, HF. Pitt ford's problem-based learning in endodontology. **John wiley & sons**, 2011.

PINTO, JDS. **Tratamento das perfurações de origem endodôntica: revisão de literatura**. Universidade federal do rio grande do sul. p.1-25, 2018.

RAGHAVENDRA, S; JADHAV, G; GATHANI, K; KOTADIA, P. Bioceramics in endodontics - a review. **J istanbul univ fac dent**, v.51, n.3, p.128-137, 2017.

REIS, MS; 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™. **Clinical oral investigations**, v.23, n.11, p.4019-4027, 2019.

SAED, MS; ASHLEY, MP; DARCEY, J. Root perforations: aetiology, management strategies and outcomes. **British dental journal**, v.220, n.4, p.171-180, 2016.

SÁNCHEZ, JMS. **Capacidade de selamento de mta e biodentine**. Mestrado integrado em medicina dentária. p.1-27, 2019.

SILVA, E; ANDRADE, C; TAY, L; HERRERA, D. Furcal-perforation repair with mineral trioxide aggregate: two years follow-up. **Indian j dent res**, v.23, n.4, p.542-5, 2012.

SILVA, LAB; PIERONI, KAMG; SILVA, RAB; LUCISANO, MP. Furcation perforation: periradicular tissue response to biodentine as a repair material by histopathologic and indirectimmunofluorescence analyses. **Joe**, v.43, n.7, p.1139-1147, 2017.

SINKAR, RC; PATIL, SS; JOGAD, NP; GADE, VJ. Comparison of sealing ability of proroot mta, retromta, and biodentine as furcation repair materials: an ultraviolet spectrophotometric analysis. **J Conserv Dent**, v.18, n.6, p.445–448, 2015.

SOUSA, PCF; REZENDE, TMB. Ocorrência de perfurações radiculares nas clínicas odontológicas integradas da universidade católica de brasília. **Oral sci**, v.4, n.1, p.18-23, 2012.

UTNEJA, S; NAWAL, R; TALWAR, S; VERMA, M. Current perspectives of bio-ceramic technology in endodontics: calcium enriched mixture cement - review of its composition, properties and applications. **Restor dent endod**, v.40, n.1, p.1-13, 2015.