

CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

ANDRESA OLIVEIRA GOMES

**MATERIAIS ENDODÔNTICOS REPARADORES UTILIZADOS NO TRATAMENTO
DAS PERFURAÇÕES RADICULARES: REVISÃO DE LITERATURA**

RECIFE

2019

ANDRESA OLIVEIRA GOMES

**MATERIAIS ENDODÔNTICOS REPARADORES UTILIZADOS NO TRATAMENTO
DAS PERFURAÇÕES RADICULARES: REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia apresentada ao curso de Especialização *Lato Sensu* do Centro de Pós-Graduação em Odontologia, como requisito parcial para conclusão do Curso de Especialização em Endodontia.

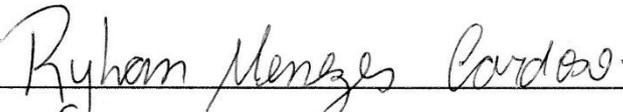
Orientador: Ryhan Menezes Cardoso

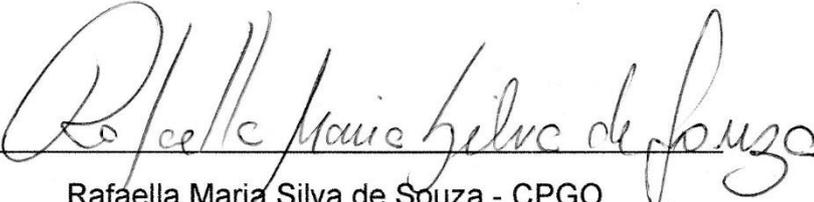
RECIFE

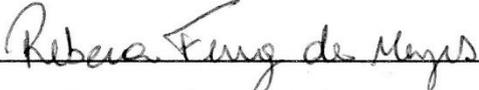
2019

CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Monografia intitulada "**Materiais endodônticos reparadores utilizados no tratamento das perfurações radiculares: revisão de literatura**" de autoria da aluna Andresa Oliveira Gomes, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:


Ryhan Menezes Cardoso - CPGO - Orientador


Rafaella Maria Silva de Souza - CPGO


Rebeca Ferraz de Menezes – CPGO

RESUMO

As perfurações radiculares são complicações de origem patológica ou iatrogênica que resultam na comunicação da cavidade pulpar com o periodonto e osso alveolar. O seu prognóstico depende de fatores como: tempo, localização, facilidade de acesso e material utilizado para o seu selamento. O Agregado Trióxido Mineral (MTA) por muitos anos foi considerado o material de primeira escolha no tratamento das perfurações endodônticas, devido suas propriedades físicas e biológicas superior a todos os materiais anteriormente utilizados, no entanto, apresenta como desvantagens: longo tempo de presa, difícil manipulação, escurecimento dentário, baixo escoamento e alteração estrutural quando submetido a um ambiente com PH ácido. Por esta razão, novos materiais biocerâmicos foram lançados no mercado, como é o caso do MTA Repair HP, Biodentine e Endosequence Root Repair. O objetivo do presente trabalho foi através de uma revisão de literatura expor ao cirurgião dentista os diversos materiais que podem ser utilizados para a modulação de casos envolvendo perfurações endodônticas. Foram selecionados artigos nacionais e internacionais de relevância, obtido nas seguintes bases de dados: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Bireme (LILACS, IBECs, MEDLINE e BBO), Pubmed e Scielo. Concluindo que cimentos biocerâmicos reparadores apresentam resultados promissores no selamento das perfurações radiculares.

Palavras-chaves: Perfurações Radiculares; Materiais Biocerâmicos; Materiais Repadores.

ABSTRACT

Root perforations are complications of pathological or iatrogenic origin that result in the communication of the pulp cavity with the periodontium and alveolar bone. Its prognosis depends on factors such as: time, location, ease of access and material used for its sealing. The Mineral Trioxide Aggregate (MTA) for many years was considered the first choice material in the treatment of endodontic perforations, due to its superior physical and biological properties to all previously used materials. However, it presents disadvantages: long prey, difficult manipulation, dental dimming, low flow and structural alteration when submitted to an acid pH environment. For this reason, new bioceramic materials have been launched in the market, such as the MTA Repair HP, Biodentine and Endosequence Root Repair. The objective of the present work was through a literature review exposing to the dental surgeon the various materials that can be used for the modulation of cases involving endodontic perforations. National and international articles of relevance were selected, obtained in the following databases: Virtual Health Library (VHL), Bireme (LILACS, IBECs, MEDLINE and BBO), Pubmed and Scielo. Concluding that repair bioceramic cements present promising results in the sealing of root perforations.

Keywords: Root perforations; Bioceramic Materials; Repair Materials.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BD – Biodentine

ERRM – Endosequence Root Repair Materials

HP – High Plascity

IRM – Material Restaurador Intermediário

μM – Micrômetro

MTA – Agregado de Trióxido Mineral

PBS – Phosphate Buffered Saline

PH – Potencial Hidrogeniônico

TGF – Transforming Growth Factor Beta

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1- Introdução..... | 7 |
| 2- Revisão de Literatura..... | 9 |
| 3- Discussão..... | 14 |
| 4- Conclusão..... | 19 |
| Referências Bibliográficas..... | 20 |

INTRODUÇÃO

O conhecimento da anatomia interna juntamente com um diagnóstico preciso e uma preparação adequada do sistema de canais radiculares é primordial para obter sucesso no tratamento endodôntico (MARGARIT et al., 2012). A falta de domínio técnico do profissional pode predispor a vários acidentes e complicações na endodontia. Dentre os acidentes ocorridos durante o tratamento endodôntico os mais frequentes são: fraturas de instrumentos, desvios do canal radicular e perfuração da raiz (ANACLETO, 2012; ABUARABA et al., 2013).

As perfurações radiculares são complicações de origem patológica ou iatrogênica que resultam na comunicação da cavidade pulpar com o periodonto e osso alveolar, induzindo uma resposta inflamatória devido à contaminação local por bactérias provenientes do interior do canal radicular e/ou do tecido periodontal. Quando não tratada imediatamente, tecido granulomatoso pode invaginar no trajeto da perfuração e bolsas periodontais também podem ser observadas, ocasionando perda de inserção ou até mesmo do elemento dentário (ANACLETO, 2012; ABUARABA et al., 2013).

A ocorrência da perfuração radicular não é rara, sendo responsáveis por uma taxa considerável nos casos de insucessos na endodontia (SETZER et al., 2011). Perfurações também podem ocorrer por razões iatrogênicas, mais frequente durante a manobra de acesso a câmara pulpar, devido ao uso excessivo de brocas com ponta ativa, em casos de calcificações, na tentativa de localização dos condutos ou até mesmo pela ação das limas endodônticas durante o preparo químico mecânico em região de curvatura, onde há facilidade para formação de degraus, ocasionando desvios e perfurações (CLAUDER e SHIN., 2009; ZUOLO, et al., 2012; LOPES e SIQUEIRA JÚNIOR., 2013).

A radiografia periapical é o método de imagem rotineiramente utilizado para o diagnóstico das perfurações patológicas, uma vez que são detectadas em exames clínicos de rotina. Avanços tecnológicos com a incorporação da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) tornou o tratamento mais previsível, por permitir a análise tridimensional das estruturas dentária em alto contraste (CECILIO et al., 2018), o microscópio operatório e o localizador apical também são recursos tecnológicos que auxiliam no diagnóstico das perfurações, que quando detectadas

precocemente é fundamental para um bom prognóstico e cicatrização da área afetada (FEIX et al., 2010 ; CORRÊA et al., 2011).

Vários materiais foram utilizados para selar as perfurações endodônticas, entre eles: O hidróxido de cálcio, amálgama de prata, hidroxiapatita, IRM e cimento de ionômero de vidro (MCNAMARA et al., 2010; KAKANI et al., 2015), não obtendo resultados satisfatórios. O agregado de trióxido mineral (MTA), desde que lançado na odontologia, no ano de 1993, foi considerado padrão ouro devido suas propriedades físicas e biológicas superior a todos os materiais anteriormente utilizados. No entanto apresenta como desvantagens: longo tempo de presa, difícil manipulação, escurecimento dentário, baixo escoamento e alteração estrutural quando submetido a um ambiente com PH ácido. (TORABINEJAD et al., 1995; ADIGA et al., 2010; GARCIA et al., 2013; TAHA et al., 2016).

Desde então, novos cimentos biocerâmicos reparadores foram lançados afim de superar as limitações do MTA, esses possuem propriedades biológicas semelhantes, mas fórmula aprimorada, são produzidos em laboratório, resultado da combinação do silicato de cálcio e fosfato de cálcio, com elevada biocompatibilidade e resistência, tempo de presa reduzido, comportamento osteocondutor e bioativo (JITARU et al., 2016; NASSEH., 2009).

Durante o processo de hidratação e endurecimento, esses materiais liberam o hidróxido de cálcio, que se dissocia em íões de cálcio e hidroxila, resultando na formação de hidroxiapatita, essa estimula as células do hospedeiro a promover regeneração dos tecidos vizinhos, além de formar uma ligação química entre estrutura dentária e material reparador, fenômeno chamado de bioatividade (LOUSHINE et al., 2011; CHEN et al., 2016). Diversos materiais biocerâmicos reparadores foram desenvolvidos pela indústria de cimento odontológico, são exemplos: MTA HP, Biodentine e Endosequence Root Repair.

O objetivo do presente trabalho foi através de uma revisão de literatura expor ao cirurgião dentista os diversos materiais que podem ser utilizados para a modulação de casos envolvendo perfurações endodônticas.

REVISÃO DA LITERATURA

A perfuração radicular constitui uma complicação grave que influencia negativamente o prognóstico do dente tratado, por comunicar a cavidade pulpar com os tecidos de suporte, induzindo uma inflamação periodontal secundária, com perda de inserção ou até mesmo do dente (SETZER et al., 2011). Geralmente ocorre por razões patológicas, que são as ocasionadas por cáries extensas e processos degenerativos (reabsorções radiculares: interna e externa) ou iatrogênicas, incluindo as falhas no preparo para retentores intra-radicular, desvios na localização da entrada dos condutos, acidentes durante a manobra de acesso a câmara pulpar ou durante a instrumentação (CLAUDE., SHIN, 2009; TSESIS et al., 2010; ANACLETO, 2012).

Sua ocorrência não é rara, acomete em média 12% dos dentes tratados endodonticamente e é responsável por cerca de 9,6% de todos os casos de insucesso na endodontia (COGO et al., 2009; TSESIS et al., 2010). O seu prognóstico é determinado pelo tempo, que está associado à presença de contaminação microbiana, relação da área afetada com o sulco gengival, tamanho, localização da lesão (terço cervical, médio ou apical), facilidade de acesso e material utilizado para seu preenchimento (LOPES e SIQUEIRA JUNIOR., 2013; OCCHI et al., 2011)

Identificada a perfuração, o tratamento consiste em promover hemostasia com delimitação da região afetada e selamento da comunicação, com a finalidade de conter o processo inflamatório (MENTE et al. 2010). Vários materiais com diferentes propriedades físicas, químicas e biológicas foram utilizados para essa finalidade, dentre eles: o hidróxido de cálcio, amálgama de prata, hidroxiapatita, IRM e cimento de ionômero de vidro. Entretanto, nenhum deles apresentou características físicas e biológicas adequadas (KAKANI et al., 2015; MCNAMARA et al., 2010). O material de reparação endodôntica ideal deve apresentar ótimo selamento, ter fácil manipulação, não ser reabsorvível, radiopaco e biocompatível (MENTE et al, 2010; TANG et al., 2010).

O agregado de trióxido mineral (MTA), desde que lançado na odontologia no ano de 1993, comercialmente com o nome ProRoot, mostrou-se por longos anos ser o material mais adequado no selamento das perfurações, devido suas propriedades físicas e biológicas superior a todos os materiais anteriormente utilizados. Trata-se de uma mistura de pó hidrofílico, composto de silicato tricálcio, óxido tricálcio, óxido de silicato e aluminato tricálcio e óxido de bismuto. Com excelente selamento,

biocompatibilidade e potencial indutor de cementoblastos e osteoblastos. (BIDAR et al., 2011; CHANG et al., 2011; MOTA et al., 2010; TESIS, 2010).

Porém, apresenta desvantagens como: longo tempo de presa, em média de 3 a 4 horas, difícil manipulação e consistência arenosa, baixo escoamento dificultando sua inserção na cavidade, alteração estrutural quando submetido a um ambiente com PH ácido e escurecimento dentário, que inicialmente foi associado à presença de ferro na sua composição (KOCH et al., 2012; BUTT et al., 2014; GARCIA et al., 2014; TAHA et al., 2016; DAWOOD et al., 2015).

Posteriormente, o MTA branco (ProRoot MTA) foi introduzido como um substituto para o MTA cinza, com a finalidade de fornecer uma matriz semelhante à cor dos dentes, devido a exclusão de compostos de ferro da sua composição, o tamanho das partículas foi reduzido de 5 a 40 μm do MTA cinzento para dimensões de 3 a 20 μm no MTA branco, uma vez que cimentos com partículas de menores dimensões apresentam maior área superficial exposta, reduzindo o seu tempo de presa e facilitando a sua manipulação. Entretanto, continuou apresentando a desvantagem de pigmentar os tecidos dentários, principalmente na presença de sangue (MOTA et al., 2010; FELMAN; PARASHOS, 2013)

Estudos associaram o escurecimento dentário causado pelo MTA cinza e branco à presença do óxido de bismuto na composição como radiopacificador, esse reage com o colágeno da matriz dentinária e com o hipoclorito de sódio residual do preparo químico-mecânico, resultando em um precipitado de coloração acinzentada. Além disso, o radiopacificador presente na composição aumenta o grau de porosidade e diminui a resistência à compressão do material (SILVA NETO et al., 2010; MARCIANO et al., 2015; PARIROKH et al., 2010; TORABINEJAD et al., 2018). Desde então, novos cimentos à base de silicato de cálcio associados a outros radiopacificadores foram desenvolvidos para superar as desvantagens do MTA (BEATTY e SYEC., 2015).

O MTA HP (Angelus, Londrina, Brasil) é um material à base de silicato, desenvolvido com o intuito de melhorar as propriedades físicas do MTA convencional, sem alterar as biológicas. O pó é composto por silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, óxido de cálcio, carbonato de cálcio e tungstato de cálcio como radiopacificador, enquanto o líquido contém água e um agente plastificante. (ANGELUS INDÚSTRIA DE PRODUTOS ODONTOLÓGICOS, 2014).

Em um estudo realizado por Silva et al. (2016) o MTA HP mostrou maior resistência de união que o MTA branco. Os melhores resultados deste cimento estão relacionados à substituição do óxido de bismuto pelo tungstato de cálcio, esse contribui para uma maior liberação de cálcio promovendo intensa biomineralização, sua alta plasticidade favorece a sua inserção em cavidades e uma melhor adaptação marginal às paredes dentinárias, promovendo maior resistência de união sem causar pigmentação dos tecidos dentários.

Cintra et al. (2017) avaliaram a citotoxicidade, biocompatibilidade e a biomineralização do MTA HP em comparação com o MTA Angelus branco. Concluindo que ambos materiais apresentam biocompatibilidade e biomineralização semelhantes. E que o MTA HP mostrou maior viabilidade celular de fibroblastos em comparação com o MTA Angelus branco após um período mais longo de tempo.

Recentemente as biocerâmicas alumina, zircônia, hidroxiapatita, fosfato de cálcio, silicato de cálcio e cerâmicas de vidro estão sendo empregadas na medicina e na odontologia. Quando um material contém na sua composição biocerâmicas ele passa a ser chamado de bioagregado, esses são produzidos em laboratório e compostos principalmente de silicato dicálcico e tricálcico, com características biológicas semelhantes ao MTA, mas com comportamento e fórmula aprimorada (KOCH et al., 2010; CARDOSO., 2014; FRANÇA 2014).

Na endodontia os bioagregados destacam-se como cimento reparador e obturador em alternativa ao MTA, devido suas propriedades atrativas como: fácil aplicação, consistência homogênea, estabilidade dimensional, fluidez adequada, atividade antimicrobiana atribuída ao seu elevado PH, biocompatibilidade e bioatividade, ótimo selamento devido a sua expansão após hidratação e endurecimento, tempo de presa reduzido e resistência à compressão (SHOKOUHIEJAD et al., 2013 ; FRANÇA, 2014 ; HESS et al. 2011; PAWAR et al, 2014; JITARU et al., 2016 ; LEE et al. 2017).

Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, França) é um cimento biocerâmico popular como “substituto de dentina” devido a sua força de compressão, módulo de elasticidade e resistência similar à dentina humana, constituído a base de silicato tricalcico, que promove a mineralização junto à polpa através da formação de pontes dentinárias. Comercialmente apresenta-se em cápsula de dose única, para mistura em amalgamador por 30 segundos. O pó é composto de silicato tricálcico, carbonato de cálcio e óxido de zircônio, e a porção líquida contém cloreto de cálcio

como acelerador da reação de presa inicial, que se dá entre 9 e 12 minutos, segundo o fabricante (RAGHAVENDRA et al., 2017; LEAL et al., 2011; GRECH; MALLIA; CAMILLERI, 2013; KOHLI et al., 2015).

Seu uso é indicado como substituto dentinário tanto a nível de coroa quanto raiz, no reparo de perfurações endodônticas, apecificação e em capeamento pulpar direto mantendo vitalidade pulpar, estimulando a secreção de TGF- β , induzindo a diferenciação e mineralização de células semelhantes a odontoblastos, com síntese de dentina reparadora e maiores níveis de liberação de íons cálcio, além de elevada resistência à compressão (CAMILLERI; SORRENTINO; DAMIDOT, 2013; RAJASEKHARAN et al., 2018).

O Biodentine apresenta força de adesão e resistência ao deslocamento superior ao MTA, até mesmo após sua exposição à várias soluções irrigadoras (GUNESER et al., 2013) e independente da medicação intracanal utilizada (DAWOOD et al., 2015), alguns estudos também confirmam que o tempo de presa de BD é inferior aos demais cimentos a base de silicato tricálcico (GRECH; MALLIA; CAMILLERI 2013 ; JANG et al., 2014 ; KAUP, SCHAFERS e DAMMASCHK 2015 ; SILVA et al., 2016 ; KOLMUSS et al., 2017), até mesmo em resultados em que apresentou tempo de presa sete vezes maior do que o especificado pelo fabricante, esse tempo ainda foi significativamente menor que o do MTA (KAUP, SCHAFERS e DAMMASCHK 2015).

Outra opção de cimento biocerâmico reparador disponível no mercado é o Endosequence root repair material (Brasseler, Savannah, GA, EUA), constituído por silicatos de cálcio, óxido de zircônio, óxido de tântalo, fosfato de cálcio monobásico e agentes de enchimentos, com partículas nano-esféricas que permite sua penetração nos túbulos dentinários criando uma ligação mecânica entre material reparador e a dentina durante a toma de presa. É hidrofílico, insolúvel, biocompatível e bioativo, com ótima radiopacidade, e capacidade antimicrobiana devido ao seu PH alcalino (LOVATO & SEDGLEY, 2011; TECBNOMEDICS, 2012; SHOKOUHIEJAD et al., 2013, 2014). Seu uso é recomendado no reparo de perfurações, cirurgia apical, selamento apical e proteção pulpar (MADFA et al., 2014).

A comercialização desses produtos pela Europa é realizada pela empresa suíça FKG Dentaire, com o nome de TotalFill enquanto as patentes americanas pela BUSA, com o nome Endosequence root repair material (ERRM).

Ao contrário do MTA e Biodentine, o ERRM é comercializado pré manipulado, pronto para uso, em duas formas: Endosequence root repair material pasta

(consistência fluida), disposto em seringa e o Endosequence root repair material putty (fórmula densa), ambas possuem a mesma composição química, o que difere é apenas o tamanho das partículas. (TECHNOMEDICS, 2012). A versão em seringa apresenta partículas inferior à 2 μ , permitindo sua distribuição por meio de uma ponta capilar, que pode ser adaptada a diferentes situações clínicas e facilita a sua aplicação diretamente sobre a área do defeito, reduzindo o tempo de trabalho, sua toma de presa ocorre em 2 horas em condições normais, enquanto o Putty tem esse tempo reduzido para 20 minutos, porém, alerta o fabricante que pode ocorrer variações quando aplicado em canais extremamente secos. (AIANEZI et al., 2010; MALHOTRA et al., 2014).

Shokouiejad et al. (2014) compararam a resistência ao deslocamento (push out) do ERRM pasta e putty ao MTA, em um ambiente ácido. Observando uma diminuição significativa da resistência de adesão do ERRM pasta e do MTA, enquanto o ERRM putty não sofreu alterações na sua resistência de adesão à dentina. Considerando o ERRM putty como melhor escolha para selamento apical, por apresentar maior resistência de união à dentina radicular.

Kohli et al. (2015) avaliaram a pigmentação dentária causada pelos materiais biocerâmicos, ERRM e Biodentine, em comparação ao MTA cinza, MTA branco, pasta triantibiótica e o AH Plus. As alterações de cor foram avaliadas com espectrofotômetro, logo após a colocação dos materiais e durante um período de 7, 30, 60, e 180 dias. Observando alteração de cor significativa das estruturas dentárias provocada pela pasta triantibiótica e pelos MTAs Branco e Cinza, enquanto os cimentos biocerâmicos não induziram alterações significativas de cor.

Marconyak et al. (2016) também compararam a alteração de cor produzida pelos cimentos reparadores Biodentine e EndoSequence ao ProRoot MTA branco, ProRoot MTA e MTA Angelus, avaliada por meio de espectrofotômetro Vita EasyShade Realizando mensurações antes e após a preparação de acesso, logo após a inserção do material e após 1, 7, 30 e 60 dias, concluindo que os cimentos Biodentine e EndoSequence promoveram menor escurecimento dentinário em relação aos outros materiais.

DISCUSSÃO

Um material reparador ideal deve apresentar características como: biocompatibilidade, capacidade de selamento, ser insolúvel aos fluídos bucais, radiopaco, de fácil manipulação e rápido tempo de presa (MENTE et al., 2010). O MTA por longos anos foi considerado o material mais adequado no selamento das perfurações radiculares, devido suas propriedades físicas e biológicas superior a todos os materiais anteriormente utilizados, tornando o tratamento mais previsível e com respostas biológicas mais favoráveis (BOGEN, 2009).

Apesar das características desejáveis, o MTA apresentou alguns pontos negativos que comprometeram o seu desempenho, como o longo tempo de presa, dificuldade de manipulação e inserção na cavidade, alta solubilidade e manchamento dentário. (TAHA et al., 2016; BUTT et al., 2014). Por essas razões, novos materiais biocerâmicos como MTA Repair HP, Biodentine e Endosequence Root Repair foram lançados no mercado (PARIROKH et al., 2017; TORABINEJAD et al., 2017).

Esses materiais apresentam propriedades físico-químicas atrativas para emprego em endodontia, como: biocompatibilidade, menor tempo de presa, manipulação facilitada, liberação de íons de cálcio, promovendo biomineralização, atividade antimicrobiana, radiopacidade e bioatividade (FAYYAD. 2011; WILLERSHAUSEN et al., 2013).

A biocompatibilidade do material reparador é primordial para alcançar o sucesso do tratamento, uma vez que o mesmo entra em contato com os tecidos do ligamento periodontal e osso alveolar, especialmente em perfuração extensa, em que há maior probabilidade de extrusão para os tecidos vizinhos (MADFA et al., 2014).

No estudo de Cintra et al. (2017) comparando a citotoxicidade, biocompatibilidade e a biomineralização do MTA HP ao MTA Angelus. Concluiu que ambos materiais apresentam biocompatibilidade e capacidade de biomineralização semelhantes, no entanto, o MTA HP mostrou maior viabilidade celular de fibroblastos que o MTA Angelus.

Segundo Kenchappa et al. (2015) o Biodentine foi desenvolvido para ser utilizado como substituto da dentina, como material reparador ou até mesmo em contato direto com a polpa, devido sua alta biocompatibilidade e capacidade de induzir a produção da dentina reacionária através do estímulo da atividade dos odontoblastos.

O ERRM também mostrou biocompatibilidade semelhante ao MTA e com capacidade de induzir a proliferação celular (MACHADO et al. 2016).

Shokouhiejad et al (2012), avaliaram a bioatividade do Endosequence e do MTA, utilizando 60 secções radiculares horizontais com preparo do canal radicular imersos em solução salina tamponada com fosfato (PBS) durante 1 semana e após 2 meses. Observando precipitação dos cristais de apatite nas superfícies dos materiais e na interface dentina-material, aumentada ao longo do tempo de exposição, indicando bioatividade dos materiais.

Alanezi et al. (2010) compararam a citotoxicidade do ERRM e do MTA, após sua mistura e toma de presa, demonstrando citotoxicidade semelhante para ambos materiais. Damas et al. (2011) avaliaram os efeitos citotóxicos do MTA Angelus, do ProRoot MTA, do EndoSequence Root Repair Material e do EndoSequence Root Repair Putty em fibroblastos humanos e observaram uma viabilidade celular em torno de 91% em todos os materiais testados.

O *Enterococcus faecalis* é um dos principais agentes patógenos da infecção do canal radicular, que sobrevive até mesmo depois da obturação endodôntica. A utilização de materiais com potencial antimicrobiano é considerada favorável por contribuir para a redução do número de microrganismos persistentes, prevenindo a infecção recorrente e permitindo a cicatrização dos tecidos afetados. Os cimentos à base de hidróxido de cálcio têm ação antimicrobiana devido seu elevado PH. Lovato e Sedgley. (2011) em um teste in vitro observaram atividade bacteriana semelhante do MTA e ERRM. Já no estudo de Koruyucu et al. (2015) foram avaliados os cimentos BD, MTA e Dycal, demonstrando maior eficácia do MTA contra *Enterococcus faecalis* nas primeiras 24 horas e logo após o período de 7 dias Biodentine apresentou inibição de atividade bacteriana similar ao MTA.

A radiopacidade do material é fundamental para que possa ser distinguido das estruturas dentária e avaliado dentro da cavidade, buscando a padronização da radiopacidade a International Organization for Standardization (ISO 6876:2001), estabelece 3 mm da escala de Alumínio como o valor mínimo de radiopacidade para cimentos endodônticos (TANALP et al., 2013; KAUP, SCHAFER e DAMMASCHKE, 2015).

Em alguns estudos Biodentine apresentou valores muito baixos de radiopacidade quando comparados ao MTA, mesmo estando dentro do limite mínimo exigido pela norma ISO (TANALP et al.; 2013; CAMILLERI, SORRENTINO e

DAMIDOT, 2013; POGGIO et al., 2015; KAUP, SCHAFER e DAMMASCHKE, 2015; KOLMUSS et al., 2017; LUCAS et al., 2017). Essa variação de radiopacidade pode estar associada ao radiopacificador utilizado no BD, o óxido de zircônio na concentração de 5%, que apesar de sua alta biocompatibilidade, parece não estar nas proporções adequadas para uma densidade imaginológica satisfatória (TANALP et al., 2013; KAUP, SCHAFER e DAMMASCHKE, 2015).

Um dos pontos negativos do MTA é o seu longo tempo de presa (PARIROKH e TORABINEJAD, 2010), que é em média de 3 a 4 horas, um dos motivos é a presença do sulfato de cálcio na composição, que pode aumentar consideravelmente o seu tempo de presa e o tamanho de suas partículas (DAWOOD et al., 2015). As novas formulações de cimentos biocerâmicos obtiveram uma redução no tempo de endurecimento diminuindo o tamanho de suas partículas ou incorporando nanopartículas à composição (SAGHIRI et al., 2012, 2015, AKBARI et al., 2013).

Em comparação ao MTA, o BD proporciona uma melhor capacidade de selamento em menor espaço de tempo, com melhor consistência, facilitando o seu manuseio e propriedades mecânicas melhoradas, permitindo o procedimento restaurador em uma única sessão (RAGHAVENDRA et al., 2017). De acordo com Dawood et al. (2015), o cloreto de cálcio e o carbonato de cálcio presentes na composição de Biodentine penetram nos poros do cimento e acelera a sua hidratação e endurecimento. Justificando os resultados de diversos estudos no qual BD apresentou menor tempo de presa que o MTA, até mesmo na presença de contaminação por sangue ou saliva (GRECH; MALLIA; CAMILLERI, 2013; JANG et al., 2014; DAWOOD et al., 2015; KOLMUSS et al., 2017; KAUP, SCHAFER e DAMMASCHKE, 2015; BUTT et al., 2014; ALHODIRY, LYONS e CHADWICK, 2014; LUCAS et al., 2017).

Em relação ao deslocamento, alguns estudos mostraram que o MTA possui uma menor resistência ao deslocamento frente ao PH ácido (HASHEM e AMIM., 2012; SAGHIRI et al., 2012). Além de sofrer influência da solução irrigadora, Guneser et al. (2013) relataram que a clorexidina a 2% afetou a união do MTA com a dentina, gerando sinais de erosão em sua superfície, reduzindo a sua capacidade de selamento e aumentando o seu tempo de presa.

Shokouiejad et al. (2013) ao comparar a adesão do ERRM e do MTA expostos ao PBS, concluíram que o ERRM apresenta maior união à dentina que o MTA e tem a sua bioatividade aumentada ao longo do tempo de exposição.

Silva et al. (2016) em estudo semelhante, utilizando os mesmos métodos, avaliaram a resistência de adesão do MTA HP, Biodentine e MTA branco. O teste de push-out aplicado nas amostras revelou melhor desempenho do BD em comparação as duas versões do MTA, enquanto o MTA HP mostrou melhores valores de resistência que o MTA branco, os resultados foram atribuído à substituição do radiopacificador óxido de bismuto pelo tungstato de cálcio no MTA HP, que contribui para uma maior liberação de cálcio, promovendo uma maior biomineralização, e a alta plasticidade do material favorece a adaptação marginal do cimento às paredes radiculares, o que pode estar associado a uma maior resistência da união.

A microdureza de superfície dos cimentos biocerâmicos foi avaliada em alguns estudos (GRECH, MALLIA e CAMILLERI, 2013; BOLHARI et al., 2014; MAJEED e ALSHWAIMI, 2016; ELNAGHY, 2014; KAUP, SCHAFER e DAMMASCHKE, 2015).

Apresentando maior dureza de superfície para Biodentine em comparação ao MTA, além de bastante similaridade à dentina (GRECH, MALLIA e CAMILLERI, 2013; KAUP, SCHAFER e DAMMASCHKE, 2015; ELNAGHY, 2014; KAUR et al., 2017). No entanto, apesar da dureza elevada, por necessitar de uma baixa quantidade de água, o BD também teve sua propriedade afetada pela variação de PH (RAJASEKHARAN et al., 2014; DAWOOD et al., 2015).

Segundo Felman e Parashos (2013), o MTA cinza e branco contribuiu para a descoloração coronária, com maior propensão na presença de sangue. Estudos indicam que os cimentos biocerâmicos BD e ERRM induzem menor escurecimento dentário (KESKIN et al., 2015; KOHLI et al., 2015; ALSUBAIT et al., 2014), devido ao seu menor tempo de presa, atuando como barreira física, impedindo a passagem de sangue para outras estruturas dentárias e a troca do óxido de bismuto pelo óxido de zircônio como radiopacificador (SHOKOUHIEJAD et al., 2013; FRANÇA, 2014; KOHLI et al., 2014; MALHOTRA et al., 2014; MARCONYAK. 2016; YOLDAS et al., 2016). Em contrapartida, Ahmed et al. (2012) afirmam que todos os cimentos endodônticos causam a descoloração dentária quando deixados em câmara pulpar, uma vez que compostos dos cimentos se espalham pelos túbulos dentinários após a sua adaptação.

A liberação de íons de cálcio pelo Biodentine e ERRM foi analisada em diversos estudos (GRECH, MALLIA e CAMILLERI, 2013; NATALE et al., 2014; GANDOLFI et al., 2014; DAWOOD et al., 2015; GONG e FRANÇA, 2017; AKSOY, OZ e ORHAN, 2017). O BD apresentou os maiores níveis de liberação de íons cálcio, ou igual aos

outros materiais testados, MTA e ThereCal LC. Em acompanhamento à longo prazo, essa liberação foi aumentada a partir do 7º dia, devido a maior concentração de cálcio presente na composição do Biodentine (RAJASEKHARAN et al., 2018).

Nagas et al (2012) constataram que o cimento biocerâmico tem maior adesão à dentina radicular que os demais cimentos endodônticos. Corroborando com os resultados, estudos de Uzonuglu et al. (2015), Zuolo et al. (2016) e Oltra et al. (2017) verificaram que quando submetidos ao retratamento do canal radicular, esses materiais apresentam mais resíduos e demandam maior tempo para a completa desobstrução, em virtude de sua alta adesividade.

CONCLUSÃO

Cimentos biocerâmicos reparadores apresentam resultados promissores no tratamento das perfurações radiculares. Após levantamento científico acerca da possibilidade e benefícios do uso dos materiais endodônticos reparadores pode-se concluir que:

- As biocerâmicas apresentam ótimas propriedades físicas e biológicas, como: menor tempo de presa, PH alcalino, capacidade de liberação de íons de cálcio, biocompatibilidade, bioatividade e atividade antibacteriana.
- MTA Repair HP, Biodentine e Endosequence Repair Material são alternativas eficientes ao MTA, com biocompatibilidade e citotoxicidade semelhantes, mas com melhor selamento e menor tempo de presa.
- As novas formulações de cimentos biocerâmicos não causam o efeito indesejado de manchamento coronário, devido a substituição do óxido de bismuto pelo tugnstato de cálcio como radiopacificador no MTA Repair HP e pelo óxido de zircônio no Biodentine e ERRM.

Por se tratar de materiais novos, existem poucos estudos sobre as biocerâmicas como cimentos reparadores em endodontia, necessitando de mais estudos in vivo comparativos para determinar propriedades químicas e físicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADIGA S, ATAIDE I, FERNANDES M. Nonsurgical approach for strip perforation repair using mineral trioxide aggregate. *J Conserv Dent* 2010 Apr;13(2):97-101.

AIANEZI, A., Jiang, J., Safavi, K., Spangberg, L. and Zhu, Q. (2010). Cytotoxicity evaluation of endosequence root repair material. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 109(3), pp.e122-e125.

ALHODIRY, W.; LYONS, M. F.; CHADWICK, R.G. Effect of saliva and blood contamination on the bi-axial flexural strength and setting time of two calcium-silicate based cements: Portland cement and biodentine. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, v. 22, n. 1, p.20-23, 2014.

ALSUBAIT, S. et al. Comparative evaluation of push-out bond strength of ProRoot MTA, bioaggregate and biodentine. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, v. 3, n. 15, p.336-340, 2014.

ANACLETO, F.N. Tratamento das perfurações radiculares: Revisão da literatura. Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção do Título de Especialista em Endodontia. Piracicaba, 2012.

AKBARI M, ZEBARJAD SM, NATEGH B, Rouhani A (2013) Effect of nano silica on setting time and physical properties of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics* 39, 1448–51.

BAGATOLI, C S. Propriedades físico-químicas de BioAggregate e Biodentine: uma atualização da literatura científica. 2018.

BEATTY, H. and SVEC, T. (2015). Quantifying Coronal Tooth Discoloration Caused by Biodentine and EndoSequence Root Repair Material. *Journal of Endodontics*, 41(12), pp.2036-2039

BIDAR M, ZARRABI MH, TAVAKOL AFSHARI J, AGHASIZADEH N, NAGHAVI N, FORGHANIRAD M, ATTARAN N. Osteoblastic cytokine response to gray and white mineral trioxide aggregate. *Iran Endod J*. 2011 Summer;6(3):111-5.

BOGEN, G.; KUTTLER, S. Mineral Trioxide Aggregate Obturation: A Review and Case Series. *J. Endod.*, Baltimore, v. 35, n. 6, p. 777-790, June 2009.

BOLHARI, B. et al. Acid and Microhardness of Mineral Trioxide Aggregate and Mineral Trioxide Aggregate-like Materials. *Journal of Endodontics*, v. 40, n. 3, p.432-435, 2014.

BUTT, N. et al. Comparison of physical and mechanical properties of mineral trioxide aggregate and Biodentine. *Indian Journal Dental Research*, v. 25, n. 6, p. 692-7, 2014. ISSN 0970-9290.

CAMILLERI, J.; SORRENTINO, F.; DAMIDOT, D. Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. *Dental Materials*, Washington, v. 29, no. 5, p. 580-593, May 2013.

CARDOSO, D. A.; ULSET, A. S.; BENDER, J.; JANSEN, J. A.;CHRISTENSEN, B. E.; LEEUWENBURGH, S. C. Effects of physical and chemical treatments on the molecular weight and degradation of alginate-hydroxyapatite composites. *Macromol Biosci.* v. 14, n. 6, p. 872-80, 2014.

CHANG SW, BAEK SH, YANG HC, SEO DG, HONG ST, HAN SHE ET AL. Heavy metal analysis of ortho MTA and ProRoot MTA. *J Endod.* 2011 Dec;37(12):1673-6. doi: 10.1016/j.joen.2011.08.020.

CHEN, I., SALHAB, I., SETZER, F., KIM, S. and NAH, H. (2016). A New Calcium Silicate-based Bioceramic Material Promotes Human Osteo- and Odontogenic Stem Cell Proliferation and Survival via the Extracellular Signal-regulated Kinase Signaling Pathway. *Journal of Endodontics*, 42(3), pp.480-486.

CINTRA, L. T. A. et al. Cytotoxicity, Biocompatibility, and Biomineralization of the New High-plasticity MTA Material. *Journal of Endodontics*, Baltimore, v. 43, no. 5, p. 774-778, May 2017.

COGO D. M.; VANNI J. R.; REGINATTO T.; FORNARI V.; BARATTO FILHO F. Materials used in the treatment of endodontic perforations. *Revista Sul-Brasileira Odontol.* v. 6, n. 2, p. 195-200, 2009.

CORRÊA ACP, SILVA EJNL, FERREIRA CMA, Magalhães KM, CoutinhoFilho TS. Eficácia de localizadores apicais na identificação de perfurações de diferentes diâmetros. *RFO* 2011; 16:161-5.

DAMAS, B. A., WHEATER, M. A., BRINGAS, J. S., HOEN, M. M. (2011, Março). Cytotoxicity comparison of mineral trioxide aggregates and endosequence bioceramic root repair materials. *JOE*, 37: 372-375. doi:10.1016/j.joen.2010.11.027.

DAWOOD, A. E. et al. The physical properties and ion release of CPP-ACP-modified calcium silicate-based cements. *Australian Dental Journal*, v. 60, n. 4, p.434-444, 2015.

ELNAGHY, A. M. Influence of QMix Irrigant on the micropushout bond strength of Biodentine and White Mineral Trioxide Aggregate. *The Journal of Adhesive Dentistry*, v. 16, n. 3, p.277-283, 2014.

ELNAGHY, A. M. Influence of Acidic Environment on Properties of Biodentine and White Mineral Trioxide Aggregate: A Comparative Study. *Journal of Endodontics*, v. 40, n. 7, p.953-957, 2014.

FEIX LM, BOIJINK D, FERREIRA R, WAGNER MH, BARLETTA FB. Microscópio operatório na Endodontia: magnificação visual e luminosidade. *Ver Sul-Bras Odontol*. 2010 Jul-Sep; 7(3):340-8. Apud Fontoura GG. Fratura radicular e corono-radicular: revisão de literatura. [Trabalho de conclusão de curso]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2012.

FELMAN, D.; PARASHOS, P. Coronal tooth discoloration and white mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, Baltimore, v. 39, no. 4, p. 484-487, Apr. 2013.

FRANÇA, M. C. M. Influência no tempo de endurecimento no comportamento físico e biológico de sete cimentos endodônticos. 2014. – 113f., Dissertação -UNESP – Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos, São Paulo, 18 dez. 2014.

GARCIA LF, CHINELATTI MA, ROSSETTO HL, Pires-de-Souza FC. Solubility and disintegration of new calcium aluminate cement (EndoBinder) containing different radiopacifying agents. *J Endod*. 2014 Feb; 40(2):261-5.

GRECH, L.; MALLIA, B.; CAMILLERI, J. Characterization of set Intermediate Restorative Material, Biodentine, Bioaggregate and a prototype calcium silicate cement for use as root-end filling materials. *International Endodontic Journal*, v. 46, n. 7, p.632-641, 2013.

GUNESER, M. B.; AKBULUT, M. B.; ELDENIZ, A. U. Effect of Various Endodontic Irrigants on the Push-out Bond Strength of Biodentine and Conventional Root Perforation Repair Materials. *Journal of Endodontics*, v. 39, n. 3, p.380-384, 2013.

HASHEM, A. A. R.; AMIN, S. A. W. The Effect of Acidity on Dislodgment Resistance of Mineral Trioxide Aggregate and Bioaggregate in Furcation Perforations: An In Vitro Comparative Study. *Journal of Endodontics*, v. 38, n. 2, p.245-249, 2012.

HESS, D.; SOLOMON, E.; SPEARS, R.; HE, J. Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. *J Endod.*, v.37, n.11 p.1547-9, nov. 2011.

JANG, Y. et al. Cytotoxicity and physical properties of tricalcium silicate-based endodontic materials. *Restorative Dentistry & Endodontics*, v. 39, n. 2, p.89-94, 2014.

JITARU S, HODISAN I, TIMIS L, LUCIAN A, BUD M. O uso de biocerâmicas em endodontia - revisão de literatura. *Clujul Med.* 2016; 89 (4): 470-3.

KAKANI, Abhijeet Kamalkishor et al. A Review on Perforation Repair Materials. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, v. 9, n. 9, p. ZE09, 2015.

KAUP, M.; SCHÄFER, E.; DAMMASCHKE, T. An in vitro study of different material properties of Biodentine compared to ProRoot MTA. *Head & Face Medicine*, v. 11, n. 1, p.1-8, 2015.

KAUR, M. MTA versus Biodentine: Review of Literature with a Comparative Analysis. *Journal of Clinical And Diagnostic Research*, p.1-5, ago. 2017.

KENCHAPPA, M. et al. Dentine in a capsule: Clinical case reports. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, v. 33, n. 3, p. 250-254, 2015.

KESKIN C, DEMIRYUREK EO, OZYUREK T. Color stabilities of calcium silicate-based materials in contact with different irrigation solutions. *J Endod* 2015;41:409–11.

KOCH KA, BRAVE DG, NASSEH AA. (2010). Bioceramic technology: closing the endo-restorative circle, Part I. *Dent Today*. Feb;29(2):100-5.

KOCH KA, BRAVE DG. (2012). Bioceramics, part I: the clinician's viewpoint. *Dent Today*. Jan;31(1):130-5.

KOCH KA, BRAVE DG. (2012). Bioceramics, Part II: The clinician's viewpoint. *Dent Today*. Feb;31(2):118, 120, 122-5.

KOHLI MR, YAMAGUCHI M, SETZER FC, KARABUCAK B. Spectrophotometric Analysis of Coronal Tooth Discoloration Induced by Various Bioceramic Cements and Other Endodontic Materials. *J Endod* 2015; 41(11):1862-6.

KOLMUSS, M. et al. Differences in physical characteristics and sealing ability of three tricalcium silicate-based cements used as root-end-filling materials. *American Journal of Dentistry*, v. 30, n. 4, p.185-189, 2017.

LEAL, F. et al. Comparison of the root-end seal provided by bioceramic repair cements and White MTA. *International Endodontic Journal*, v. 44, n. 7, p.662-668, 2011.

LEE, J. K. et al. Physicochemical Properties of Epoxy Resin-Based and Bioceramic-Based Root Canal Sealers. *Bioinorg Chem Appl*, Cairo, v. 2017, p.1-8, 2017.

LOUSHINE, B.A.; BRYAN, T.E.; LOUSHINE, R.J.; WELLER, N.; PASHLEY, D.H.; TAY, F.R. Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Endod.*, v.37, n.5, p.673-7, mai. 2011.

LOPES, H.P.; SIQUEIRA JR, J.F. Acidentes e Complicações em Endodontia. In: *Endodontia: Biologia e Técnica*. 3. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A. 2013. 524 p.

LOVATO, K. and SEDGLEY, C. (2011). Antibacterial Activity of EndoSequence Root Repair Material and ProRoot MTA® against Clinical Isolates of *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, 37(11), pp.1542-1546.

LUCAS, C. P. T. P. et al. Physicochemical Properties and Dentin Bond Strength of a Tricalcium Silicate-Based Retrograde Material. *Brazilian Dental Journal*, v. 28, n. 1, p.51-56, 2017.

MADFA, A. A., Al-Sanabani, F. A., Al-Kudami, N. H. A. (2014, Maio 13). Endodontic repair filling materials: a review article. *British Journal of Medicine & Medical Research*.

MAJEED, A.; ALSHWAIMI, E. Push-Out Bond Strength and Surface Microhardness of Calcium Silicate-Based Biomaterials: An in vitro Study. *Medical Principles and Practice*, v. 26, n. 2, p.139-145, 2016.

MALHOTRA, S., HEGDE, M. e SHETTY, C. (2014). Bioceramic Technology in Endodontics. *British Journal of Medicine & Medical Research*, 4 (12), pp. 2446-2454.

MARCIANO, M. A., DUARTE, M. A. H., & CAMILLERI, J. (2015). Dental discoloration caused by bismuth oxide in MTA in the presence of sodium hypochlorite. *Clinical Oral Investigations*, 19(9), 2201–2209.

MARCONYAK LJ Jr, KIRKPATRICK TC, ROBERTS HW et al. (2016) A comparison of coronal tooth discoloration elicited by various endodontic reparative materials. *Journal of Endodontics* 42, 470–3.

MARGARIT, R.; ANDREI, O. C.; MERCUT, V. Anatomical variation of mandibular second molar and its implications in endodontic treatment. *Rom J Morphol Embryol*. v. 53, n. 2, p. 413-416, 2012.

MCNAMARA, R. P. et al. Biocompatibility of Accelerated Mineral Trioxide Aggregate in a Rat Model. *J Endod*, v. 36, n. 11, p. 1851-1855, Nov. 2010.

MOTA, C. C. B. O. et al. Properties and biological aspects of mineral trioxide aggregate: literature review. *Revista de Odontologia da UNESP, Araraquara*, v. 39, n. 1, p. 49-54, 2010.

MUKHTAR-FAYAAD, D. Cytocompatibility of new bioceramic-based materials on human fibroblast cells (MRC-5). Article in *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol Endod.*, v.112, n.6, p.137-42, dez. 2011.

NASSEH, AA.(2009) The rise of Bioceramics. *Endodontic Practice*. pp 21-26

OCCHI, I. G. P.; SOUZA, A. A.; RODRIGUES, V.; TOMAZINHO, L. F. Avaliação de sucesso e insucesso dos tratamentos endodônticos realizados na clínica odontológica da UNIPAR. *UNINGÁ Review*, v.2, n.08, p. 39-46, 2011.

PARIROKH M, TORABINEJAD M. (2010) Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod*. Jan;36(1):16-27.

PARIROKH, M.; TORABINEJAD, M.; DUMMER, P. M. H. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part I: vital pulp therapy. *International Endodontic Journal*, 2017.

PATEL S, DUNCAN HF. *Pitt Ford's Problem-Based Learning in Endodontology*. John Wiley & Sons; 2011 May 25.

PAWAR, S.S; PUJAR, M.A.; MAKANDAR, S.D. Evaluation of the apical sealing ability of bioceramic sealer, AH plus & epiphany: An in vitro study. *J Conserv Dent.*, v.17, n.6, p.579-82, nov. 2014.

POGGIO, C. et al. In vitro antibacterial activity of different pulp capping materials. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, v. 7, n. 5, p. 584-588, 2015.

RAGHAVENDRA, S.S. et al. Bioceramics in endodontics – a review. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, v. 51, n. 3, p. 128-137, 2017.

RAJASEKHARAN, S. et al. Biodentine™ material characteristics and clinical applications: a review of the literature. *European Archives of Paediatric Dentistry*, v. 15, n. 3, p.147-158, 2014.

ROSSIGNOLLO, L. A Perfuração radicular: relato de casos. Trabalho de Conclusão (Especialização) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Curso de Especialização em Endodontia, Porto Alegre, BR-RS, 2015.

SAGHIRI MA, ASGAR K, LOFTI M, GARCIA-GODOY F (2012) Nanomodification of mineral trioxide aggregate for enhanced physiochemical properties. *International Endodontic Journal* 45, 979–88.

SAGHIRI MA, ASATOURIAN A, ORANGI J et al. (2015) Effect of particle size on calcium release and elevation of pH of endodontic cements. *Dental Traumatology* 31, 196–201.

SETZER, F.C. et al. Long-term prognosis of endodontically treated teeth: a retrospective analysis of preoperative factors in molars. *J Endod. New York*, v. 37, no. 1, p. 21-25. 2011.

SHOKOUHINEJAD, N. et al. Bioactivity of EndoSequence Root Repair Material and Bioaggregate. *International Endodontic Journal*, v. 45, n. 12, p.1127-1134, 2012.

SHOKOUHINEJAD, Noushin et al. Push-Out Bond Strength of Bioceramic Materials in a Synthetic Tissue Fluid. *Journal of Dentistry*, v. 8, n. 10, p.540-547, 2013.

SHOKOUHINEJAD N, NEKOOFAR MH, PIRMOAZEN S, SHAMSHIRI AR, DUMMER PM. Evaluation and comparison of occurrence of tooth discoloration after the application of various calcium silicate-based cements: an ex vivo study. *J Endod*. 2016; 42(1): 140–4.

SILVA, E. J. et al. Push-out bond strength of MTA HP, a new high-plasticity calcium silicate-based cement. *Brazilian Oral Research*, v. 30, n. 1, p.84-89, 2016.

SILVA NETO JD, BRITO RH, SCHNAIDER TB, GRAGNANI A, ENGELMAN M, FERREIRA LM. Root perforations treatment using mineral trioxide aggregate and Portland cements. *Acta Cir Bras*. 2010 Dec;25(6):479-84.

SILVA EJ, CARVALHO NK, ZANON M et al. Push-out bond strength of MTA HP, a new highplasticity calcium silicate-based cement. *Braz Oral Res*. 2016; 30(1):1-5.

TAHA, N., SAFADI, R. and ALWEDAIEI, M. (2016). Biocompatibility Evaluation of EndoSequence Root Repair Paste in the Connective Tissue of Rats. *Journal of Endodontics*, 42(10), pp.1523-1528

TANALP, J. et al. Comparison of the radiopacities of different root-end filling and repair materials. *The Scientific World Journal*, Cairo, 2013. doi.org/10.1155/2013/594950.

TANG W, WU Y, SMALES RJ. (2010), Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth, *J. Endod.*; 36(4): 609-617.

TECHNOMEDICS (2012). Endosequence®BC sealer. Disponível em: <<http://www.technomedics.no/Produkter/Endo/obturasjon/images/pdf/bcsealer/Bioceramic%20brosjyre.pdf>>. Acesso em 26/08/2014.

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.

TORABINEJAD M, HONG CU, MCDONALD F, et al. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995;21:349–53.

TORABINEJAD M, PARIROKH M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod.* 2010; 36:190–202.

WILLERSHAUSEN, I.; WOLF, T.; KASAJ, A.; WEYER, V.; WILLERSHAUSEN, B.; MARROQUIN, B.B. Influence of a bioceramic root end material and mineral trioxide aggregates on fibroblasts and osteoblasts. *Arch Oral Biol.*,v.58, n.9, p.1232-7, set.2013.

YOLDAS, S.E; BANI, M; ATABEK, D; BODUR, H. Comparison of the Potential Discoloration Effect of Bioaggregate, Biodentine, and White Mineral Trioxide Aggregate on Bovine Teeth: In Vitro Research. *J. Endod.*, v.42, p. 1815-1818, 2016.

ZUOLO, M.L; et al. Resolução de Acidentes de Procedimentos. In: *Reintervenção em Endodontia*. 2. Ed. São Paulo: Santos, 2012. 212 p.