

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO DE ODONTOLOGIA

VICTOR RAFAEL DA SILVA DUARTE

CIMENTOS BIOCERÂMICOS NA ENDODONTIA: uma revisão de literatura

São Luís

2020

VICTOR RAFAEL DA SILVA DUARTE

CIMENTOS BIOCERÂMICOS NA ENDODONTIA: uma revisão de literatura

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, como requisito para a Graduação em Odontologia.

Orientador: Prof(a) Dra. Erica Martins Valois

São Luís

2020

VICTOR RAFAEL DA SILVA DUARTE

CIMENTOS BIOCERÂMICOS NA ENDODONTIA: uma revisão de literatura

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, como requisito para a Graduação em Odontologia.

Aprovada em: 03 / 12 / 2020

BANCA EXAMINADORA

Prof(a) Dra. Erica Martins Valois (Orientadora)
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

Prof(a) Me. Karinne Travassos Pinto Carvalho
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

Prof. Dr. Alex Sandro Mendonça Leal
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

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

Duarte, Victor Rafael da Silva

Cimentos biocerâmicos na endodontia: uma revisão de literatura. /
Victor Rafael da Silva Duarte. __ São Luís, 2020.

40f.

Orientador: Prof^ª. Dra. Érica Martins Valois.

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

1. Endodontia. 2. Obturação do canal radicular. 3. Biocerâmicas. I.
Título.

CDU 616.314.18

Dedico este trabalho à minha família, mãe, padrasto, irmã, sobrinho e namorado. Vocês foram minha força maior nesta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer ao meu Deus por me conceder muita saúde para conseguir chegar até aqui.

Esse trabalho dedico principalmente à minha mãe Maria José que é meu grande amor, e ao meu padrasto que na verdade vai além de padrasto é meu verdadeiro pai, Emerson Lima, amo vocês e vocês são meu alicerce.

Gratidão à minha irmã Thayanny Gabrielly, meu sobrinho Victor Gabriel, e as avós, por sempre estarem junto a mim, amo muito vocês.

Esse trabalho dedico ao meu namorado Jamerson Rodrigo, por me apoiar, sonhar, acreditar e chegar junto comigo nessa etapa da minha vida. Eu amo você, obrigado por tudo.

Quero agradecer aos meus amigos da graduação Lucas Leonardo, Geyse Barbosa, Beatriz Garcia, Lyja, Larissa Kelly, Raissa Collins, Gabi Leão, Anna Júlia que sempre estiveram comigo e sempre acreditaram em mim, tenho vocês em meu coração.

E por último, mas não menos importante, agradecer a minha professora e orientadora Erica Martins Valois pelos ensinamentos, orientação, pela parceria, pela amizade, enfim... por tudo. Tenho muito a agradecer você. Sem dúvidas, levarei sempre você como minha referência dentro da endodontia. Obrigado!

RESUMO

A obturação do sistema dos canais radiculares tem por objetivo preencher espaços vazios e promover um selamento hermético evitando a invasão e reinfecção bacteriana nos tecidos periapicais. Por isso se faz necessário buscar cimentos que possuem propriedades físico-químicas e biológicas satisfatórias. O objetivo deste trabalho foi realizar uma pesquisa bibliográfica do tipo narrativa acerca da aplicabilidade clínica dos cimentos biocerâmicos obturadores e reparadores utilizados na endodontia. Os cimentos biocerâmicos foram introduzidos no mercado na tentativa de melhorar e aprimorar as propriedades dos cimentos convencionais já existentes. Estes cimentos podem ser do tipo reparador e obturador e são compostos de: silicato de cálcio, fosfato de cálcio, hidróxido de cálcio. Os cimentos biocerâmicos apresentam excelente biocompatibilidade devido à sua similaridade com os tecidos biológicos, além de possuir um diferencial dos cimentos endodônticos convencionais que é a sua bioatividade. Pode-se concluir que os cimentos biocerâmicos do tipo reparador, já utilizados há algum tempo na Endodontia, têm suas vantagens bem estabelecidas na literatura. Já os cimentos biocerâmicos obturadores, apesar de terem excelentes propriedades, ainda carecem de mais estudos clínicos que assegure suas vantagens.

Palavras-chave: Obturação do canal radicular. Endodontia. Biocerâmicas.

ABSTRACT

The filling of the root canal system aims to fill empty spaces and promote an airtight seal preventing bacterial invasion and reinfection in periapical tissues. That is why it is necessary to look for cements that have satisfactory physical-chemical and biological properties. The objective of this work was to carry out a narrative-type bibliographic research about the clinical applicability of bioceramic obturators and repairers used in endodontics. Bioceramic cements were introduced to the market in an attempt to improve and improve the properties of existing conventional cements. These cements can be of repairing and filling type and are composed of: calcium silicate, calcium phosphate, calcium hydroxide. Bioceramic cements have excellent biocompatibility due to their similarity with biological tissues, in addition to having a differential from conventional endodontic cements, which is their bioactivity. It can be concluded that the bioceramic cements of the repairer type, already used for some time in Endodontics, have their advantages well established in the literature. Bioceramic obturator cements, in spite of having excellent properties, still lack further clinical studies to ensure their advantages.

Keywords: Root canal filling. Endodontics. Bioceramics.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	METODOLOGIA.....	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3.1	BIOMATERIAIS.....	14
3.2	BIOCERÂMICAS.....	14
3.3	PROPRIEDADES DAS BIOCERÂMICAS.....	15
3.4	VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS BIOCERÂMICAS.....	16
3.5	BIOATIVIDADE E BIOCOMPATIBILIDADE DAS BIOCERÂMICAS.....	17
3.6	CIMENTOS BIOCERÂMICOS OBTURADORES.....	18
3.7	CIMENTOS BIOCERÂMICOS REPARADORES.....	19
4	DISCUSSÃO.....	21
5	CONCLUSÃO.....	23
	REFERÊNCIAS.....	24
	APÊNDICE.....	28

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico tem por objetivo a redução dos microrganismos do sistema de canais radiculares que se encontra infectado, através da associação da instrumentação mecânica, limpeza química e obturação com um material inerte que se propõe a manter ou restabelecer a saúde dos tecidos perirradiculares (OLIVEIRA, 2014).

A última etapa do tratamento endodôntico consiste na obturação dos canais radiculares. O material obturador deve ser inerte e biocompatível, assim preenchendo todo o espaço do canal que foi deixado pelos tecidos pulpare para se atingir um selamento adequado no sentido apical, lateral e coronário (LEITE, 2014).

Com a evolução dos conhecimentos microbiológicos intracanal é sabido que durante o momento da obturação não é possível a completa eliminação dos microrganismos do interior da microanatomia endodôntica; por isso, é essencial que nesta etapa operatória tenha-se um ambiente que seja desfavorável para o crescimento e desenvolvimento bacteriano. Dentro deste contexto outra função da etapa obturadora na terapia endodôntica é de impedir ou dificultar o crescimento das bactérias que não foram eliminadas no processo de limpeza e desinfecção (MUNITIC et al., 2019).

Os cimentos endodônticos quando tomam presa têm pouca ou nenhuma adesão à dentina e não são dimensionalmente estáveis quando entram em contato com umidade, o que pode favorecer sua dissolução ao longo do tempo. E para superar estas deficiências, alguns materiais têm sido desenvolvidos (CAVALLINI, 2016).

Materiais à base de biocerâmica foram inseridos na endodontia, principalmente como cimento de reparação e cimento obturador. As biocerâmicas são materiais resultantes da combinação entre silicato de cálcio e fosfato de cálcio. Segundo os fabricantes, estes materiais são formados por partículas extremamente pequenas que conseguem penetrar nos túbulos dentinários, além de apresentar pH alcalino (biocompatibilidade), atividade antibacteriana, maior facilidade de manipulação, aplicação e radiopacidade (CANDEIRO et al., 2012).

Estes cimentos apresentam ótimas propriedades de biocompatibilidade em decorrência da sua semelhança com a hidroxiapatita biológica. Além disso tem a capacidade de produzir diferentes compostos e hidroxiapatitas, com a habilidade de induzir uma resposta regenerativa no corpo humano (HRAB et al., 2017).

A introdução dos materiais biocerâmicos teve uma grande significância dentro da terapia endodôntica, devido suas propriedades de biocompatibilidade e excelentes propriedades físico-químicas. Estes materiais, caracterizados como bioativos e biodegradáveis, são aplicados

dentro da endodontia como materiais cerâmicos que compartilham uma característica comum de serem projetados especificamente para cumprir suas funções: atuar como cimentos do canal radicular ou como reparadores (WANG; LIU; DONG, 2018).

Por isso o objetivo deste trabalho foi realizar uma pesquisa bibliográfica do tipo narrativa acerca da aplicabilidade clínica dos cimentos biocerâmicos utilizados na endodontia, bem como suas diferentes apresentações, destacando suas propriedades, vantagens e desvantagens.

2 METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica do tipo narrativa que foi realizada através de artigos, teses, revistas e dissertações a respeito dos cimentos biocerâmicos na prática endodôntica.

Utilizou-se como critérios de inclusão trabalhos publicados na literatura nas bases de dados Scielo, Pubmed, Medline, correspondentes ao tema, nos idiomas inglês e português. A busca foi realizada tendo o seguinte questionamento como pergunta norteadora: “Quais as aplicabilidades clínicas dos cimentos biocerâmicos na endodontia?”.

Foram utilizadas as palavras chaves: “cimentos biocerâmicos”, “bioceramic endodontic sealer”, “endodontia”, “endodontic”, “obturação”, “root canal filling”, “reparo”, “repair”, “endodontics”, “root canal obturation” para seleção dos artigos. Não houve restrição de idioma. Os critérios de inclusão para a seleção foram artigos publicados nos últimos 10 anos. Os artigos que não estiverem disponíveis online ou que não se enquadrarem no objetivo do estudo foram excluídos.

Após as buscas dos artigos nas bases de dados seguindo os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados os artigos que se enquadram nos objetivos da pesquisa; totalizando, 45 artigos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Na terapia endodôntica a obturação consiste no preenchimento da porção modelada do canal com materiais inertes ou antissépticos, que tem por objetivo promover um selamento tridimensional e estimular no processo de reparo. Quando se ocupa o espaço criado no momento da modelagem, a obturação inviabiliza a sobrevivência dos microrganismos, evita a estagnação de líquidos, oferece condições para que ocorra o processo de reparo e contribui de maneira decisiva para o sucesso da terapia endodôntica (SOARES; GOLDEBERG, 2011).

Um bom material obturador deve apresentar propriedades específicas como a fácil manipulação e aplicação no canal, adequada radiopacidade, bom escoamento, não alterar a cor do dente, ação antibacteriana, não interferir na adesão de materiais para cimentação de retentores intraradiculares, ser passível de ser removido parcial ou totalmente, biocompatibilidade e adesão às paredes do canal. Uma adesão adequada do material obturador endodôntico às paredes do canal ainda é hoje um grande desafio para a prática endodôntica, devido à interface que se forma entre o material obturador e a superfície formada por dentina ou superfície dentinária (SIQUEIRA et al., 2015).

Para um melhor prognóstico dentro da terapia endodôntica, o cimento de escolha para selamento do canal deve ter biocompatibilidade com os tecidos periapicais, além de possuir ótimo escoamento, ter capacidade antimicrobiana, ter boa adesão às paredes dentárias e possuir um tempo de trabalho que seja adequado. Por isso começaram a introduzir os cimentos a base de biocerâmica dentro da prática clínica endodôntica (LEITE, 2014).

Por muito tempo na endodontia foram utilizados vários materiais para obturação dos canais e nas cirurgias perirradiculares (como materiais retroobturadores), entretanto estes materiais apresentavam algumas desvantagens pois permitiam uma posterior infiltração bacteriana. Como exemplo desses materiais podemos citar o amálgama, o cimento contendo óxido de zinco e eugenol e materiais à base de resina e de ionômero de vidro (TORABINEJAD; PARIROKH, 2010).

Segundo a literatura não existe no mercado um cimento de uso endodôntico que atenda os requisitos de um material ideal, sendo de grande importância a fabricação de cimentos que mantenham e melhorem as propriedades físico-químicas dos já existentes no mercado. A nanotecnologia garantiu o desenvolvimento destes cimentos biocerâmicos e esta é uma grande conquista dentro da endodontia (FRANÇA 2014).

Para evitar estes problemas e garantir um tratamento satisfatório, estão sendo usados hoje na prática endodôntica os cimentos biocerâmicos à base de silicato de cálcio, a

exemplo do agregado trióxido mineral (MTA), um reconhecido cimento biocerâmico reparador e os biocerâmicos obturadores, como por exemplo o Endosequence BC sealer (SILVA et al., 2017).

3.1 BIOMATERIAIS

Antes de começarmos a falar dos materiais obturadores biocerâmicos, devemos falar um pouco sobre os biomateriais. A definição de biomateriais é descrita como um material sintético ou natural que tem a capacidade de substituir ‘peças’ de um sistema enquanto este está em contato com os tecidos vivos (SOARES, 2011).

Dentre os requisitos para selecionar um biomaterial, o principal é sua aceitabilidade pelo organismo; por isso este material não deve ser tóxico, não ser cancerígeno, ser quimicamente inertes, estáveis e mecanicamente forte. Dentre as classes mais comuns dos biomateriais podem-se citar os metais, polímeros e cerâmicas (WASHIO et al., 2019).

Dentro da odontologia estes biomateriais são utilizados em contatos com os tecidos biológicos como a polpa, dentina, tecido periodontal e osso alveolar. Por isso estes materiais devem ser usados com cautela, sendo de grande importância o cirurgião dentista conhecer as características e propriedades dos biomateriais. Segundo a literatura existem atualmente três tipos de biomateriais usado comumente dentro da odontologia, metais, polímeros e cerâmicas, podendo ser classificados de acordo com suas propriedades físico-químicas e mecânicas (SINHORETI; VITTI; SOBRINHO, 2013).

3.2 BIOCERÂMICAS

As biocerâmicas consistem em materiais cerâmicos que são biocompatíveis tornando-se aptos para uso médico e odontológico. O uso das biocerâmicas teve seu início de uso e aplicação nos anos 70 e até hoje passou por várias transformações garantindo a expansão de sua aplicação (KOCH; BRAVE; NASSEH, 2010).

As biocerâmicas são utilizadas para restaurar a funcionalidade de tecidos duros doentes e danificados e são amplamente usados em vários campos da odontologia. (RAZMI et al., 2016).

A primeira geração de biocerâmica foi composta por alumina e zircônia e tinha como característica boas propriedades mecânicas e resistência ao desgaste. Já a segunda

geração, era composta por vidro bioativo, hidroxiapatita e cimento à base de fosfato de cálcio (OLIVEIRA, 2011).

Em outras palavras, as biocerâmicas são específicas para uso médico e odontológico que podem ser utilizadas para substituição de tecidos ou no recobrimento de metais, tendo a finalidade de aumentar a sua compatibilidade. As biocerâmicas hoje mais utilizadas na área da saúde são a zircônia, hidroxiapatita, fosfato de cálcio, silicato de cálcio e cerâmicas de vidro. Bioagregado é todo material que possui em sua composição a biocerâmica (KOCH; BRAVE; NASSEH, 2010).

Estes materiais tem um uso amplo dentro da odontologia podendo ser usadas em próteses, implantes, cirurgias (substituição de articulações, aumento do rebordo alveolar, preenchimento de seio), uso endodôntico (como selantes, obturação, reparo de perfuração, obturação retrógrada, pulpotomia, reabsorção, apicificação) e uso para fins restauradores como o capeamento pulpar, hipersensibilidade e remineralização dentinária (JAIN, 2015).

3.3 PROPRIEDADES DAS BIOCERÂMICAS

Biocerâmicas são materiais biocompatíveis com capacidade de vedação aprimorada, são antibacterianas e antifúngicas, podendo ser aplicada na área medica e odontológica. Estes materiais incluem alumina e zircônia, vidro bioativo, vidro cerâmica, silicato de cálcio, hidroxiapatita e fosfato de cálcio (RAGHAVENDRA et al., 2017).

Estes materiais apresentam excelentes propriedades de biocompatibilidade, devido a igualdade com a hidroxiapatita biológica. Capacidade osteoindutiva intrínseca, devido sua capacidade de absorver substâncias osteoindutoras. Capacidade de obter excelente vedação hermética devido a ligação química com a estrutura do dente e boa radiopacidade (PRATI; GANDOLFI, 2015).

Sabe-se que mesmo utilizando todos os métodos para desinfecção do canal radicular, bactérias podem permanecer após o tratamento endodôntico. Por isso é de extrema importância que os cimentos utilizados na obturação sejam biocompatíveis, antibacterianos e tenham capacidade indutora de formação óssea. Os cimentos que são à base de silicato de cálcio apresentam a habilidade de reduzir a inflamação e clinicamente ajudam a promover a cicatrização da região periapical (LEE et al., 2017).

Dentre as particularidades dos materiais a base de biocerâmicas podem se citar: pH elevado se tonando alcalino, biocompatibilidade, capacidade de liberar íons cálcio, bom contato com a estrutura dentinária, não tóxico, atividade antimicrobiana, bioatividade, bom

escoamento, e não gerar grandes processos inflamatórios caso haja extravasamento além da região do forame apical (BRANDÃO, 2017; CAVALLINI, 2016).

Os produtos biocerâmicos apontam boa biocompatibilidade devido sua semelhança a hidroxiapatita, produzindo uma melhor adesão com as paredes dentária e conseqüentemente um bom vedamento, e além disso possui boa radiopacidade. Uma grande propriedade e vantagem destes materiais, é a capacidade de poderem ser utilizados em locais úmidos que possuem existência de água e fluido dentinário (PRATI; GANDOLFI, 2015).

Os seladores biocerâmicos tem a capacidade promover a remineralização da dentina, apresentam citotoxicidade aceitável, efeito antibacteriano e boa penetração nos túbulos dentinários. Os autores ainda mencionam que estes cimentos não sofrem contração durante o momento de presa, o que aumenta sua capacidade vedação e tem grande capacidade de aderir e se ligar quimicamente à parede do canal (MONACO et al., 2018).

3.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS BIOCERÂMICAS

Na prática endodôntica os materiais biocerâmicos podem se apresentar principalmente de duas formas, como cimento reparador e cimento obturador. Os materiais biocerâmicos utilizados em endodontia, especificamente os cimentos obturadores biocerâmicos, apresentam algumas vantagens como: biocompatibilidade, radiopacidade adequada, ação antibacteriana, estabilidade dimensional, adesão, alta fluidez, baixa viscosidade e a característica mais marcante destes materiais, a bioatividade (CELIKTEK; UZUNTAS; GULSAHI, 2015).

Os cimentos obturadores a base de resina são amplamente utilizados devido suas propriedades físicas benéficas. Por outro lado, ainda há uma preocupação com seus efeitos citotóxicos fazendo com que a endodontia busque um novo selante. Na tentativa de corrigir esta desvantagem os cimentos biocerâmicos foram lançados. Estes cimentos possuem efeitos biológicos com baixo dano aos tecidos vivos. Além disso, há a hipótese de que eles poderiam beneficiar a integridade radicular após a obturação (FONSECA; COELHO; ROCHA, 2018).

Existem duas grandes principais vantagens para uso das biocerâmicas como cimentos obturadores do canal radicular, primeiro: a sua biocompatibilidade, que evita a rejeição do material com os tecidos circundantes; e segundo: que os materiais biocerâmicos contém fosfato de cálcio, que vai ocasionar um aumento nas propriedades de endurecimento destes materiais, resultando em uma composição química semelhante a estrutura do dente, melhorando a adesão do cimento à dentina radicular. Como desvantagem estes cimentos

apresentam grandes dificuldades de serem removidos do interior do canal em situações no qual o dente precisa ser submetido a um retratamento endodôntico (HADDAD, 2016).

Outra vantagem bastante importante e bem característica dos cimentos biocerâmicos obturadores é a sua bioatividade, que consiste na capacidade durante o processamento de endurecimento ou da presa, em formar hidroxiapatita, exercendo influência na ligação entre dentina e o material obturador (CANDEIRO, 2012).

3.5 BIOATIVIDADE E BIOCOMPATIBILIDADE DOS BIOCERÂMICOS

O material quando possui propriedade bioativa é capaz de interagir com os outros tecidos vivos e resultar na formação de uma camada de apatita (biomineralização) na interface material-tecido. Os cimentos EndoSequence BC e EndoSequence Repair Root Material (ERRM) apresentaram capacidade de estimular a formação de precipitados de apatita sugerindo que são material bioativos. Lima et al. (2017) reforçam que a bioatividade dos materiais biocerâmicos endodônticos foi confirmada no EndoSequence Root Repair Material, Pro-Root MTA, iRoot SP (BRADÃO, 2017).

Os cimentos biocerâmicos têm uma vantagem adicional no momento de presa que é de formar hidróxido apatita, e isso resulta numa aderência química eficaz entre dentina e o material propriamente dito (OLIVEIRA et al., 2011).

Apesar de existirem alguns tipos de cimentos biocerâmicos, estes têm em comum a sua biocompatibilidade com o tecido periapical. Os biocerâmicos são utilizados nas obturações retrógradas nas cirurgias paraendodônticas e atualmente são bastante utilizados também como materiais obturadores dos canais radiculares, no capeamento pulpar, reparo de perfurações radiculares, tratamento de dentes com rizogênese incompleta e como material de reparo nas reabsorções radiculares (HAAPASALO et al., 2015).

A biocompatibilidade é definida como a capacidade de um material desempenhar funções específicas quando implantado no tecido vivo. Biocompatibilidade dos materiais dentários é um requisito importante; pois materiais tóxicos podem induzir a irritação ou até mesmo a destruição dos tecidos circundantes. Quase todos os cimentos endodônticos são tóxicos assim que são preparados (fabricados), por isso, tais cimentos ou selantes devem ser testados em condições que revelem seu perfil de segurança em condições clínicas (PARIROKH et al., 2011).

Washio et al. (2019) afirmam que a biocompatibilidade é uma propriedade essencial de qualquer material obturador que está em contato direto com o tecido duro (dentina ou

cimento) e tecido mole (como por exemplo o ligamento periodontal). Reforçando, a biocompatibilidade é a capacidade de um material atingir o hospedeiro de maneira estável e ter uma reposta vantajosa durante sua aplicação.

3.6 CIMENTOS BIO CERÂMICOS OBTURADORES

O material de obturação deve ter ótima relação com os tecidos periodontais circundantes, ou seja, não deve desencadear nenhum tipo de reação adversa como toxicidade, irritação, inflamação, alergia ou carcinogenicidade. Vários trabalhos indicam que os cimentos biocerâmicos obturadores possuem uma ótima biocompatibilidade (SOARES; GOLDEBERG, 2011; BRANDÃO, 2017).

É um requisito ideal de um material obturador promover a vedação firme do material ao ápice. Quando o cimento se liga quimicamente à parede dentinária do canal radicular e há expansão do cimento, é possível melhorar sua adaptação às paredes do canal. Considera-se também que o cimento deve ser antibacteriano e resistente à dissolução. Dentro deste contexto os cimentos biocerâmicos atendem esses quesitos (PAWAR; PUJAR; MAKANDAR, 2014).

Uma vantagem do cimento biocerâmico na obturação é a sua utilização no canal radicular através do uso de uma seringa pré-misturada, não havendo a necessidade de espatulação do cimento, evitando problemas como mistura não homogênea e material insuficiente, garantindo um tratamento de qualidade (MALHOTRA; HEGDE; SHETTY, 2014).

Os cimentos biocerâmicos possuem várias qualidades, dentre elas sua capacidade antibacteriana. No entanto poucos estudos in vitro sobre esta propriedade do material usando diferentes métodos microbiológicos mostrou resultados diferentes. Acredita-se que a eficácia antibacteriana desses cimentos é resultado da liberação de íons de cálcio e alto pH (SIMUNDIC; BUDIMIR; BAGO, 2020).

Outra grande vantagem do cimento biocerâmico quando utilizado para obturação dos canais é sua capacidade escoamento, pH alcalino, radiopacidade ideal, biocompatibilidade e não apresentar citotoxicidade aos tecidos. Além disso estes cimentos não tem a capacidade de alterar a cor da coroa dental de maneira significativa quando deixados na câmara pulpar (MENDES, 2017).

Algumas marcas de cimentos biocerâmicos do tipo obturadores estão disponíveis atualmente para uso, dentre elas podem se citar algumas, como: iRoot SP, iRoot BP Plus, Endosequence BC Sealer, Biodentine, Biosealer, MTA Fillapex (SANTIAGO, 2020).

É importante destacar que esses cimentos não cumprem todos os requisitos de um material obturador ideal. Como a obturação do canal é realizada com maior quantidade de cimento, já que apenas 1 cone de guta-percha é introduzido no canal, a principal desvantagem do seu uso é a difícil remoção no caso de um retratamento (PEIXOTO, 2019).

Apesar da literatura mostrar que cimentos endodônticos biocerâmicos obturadores apresentam boas propriedades, sugere-se que para fomentar sua aplicação clínica, são necessários mais estudos clínicos com metodologias acuradas, que forneçam dados mais confiáveis sobre o comportamento clínico destes materiais (CAVALLINI, 2016; LIMA et al., 2017). Novos protocolos, no que diz respeito às técnicas de obturação e retratamento dos canais, baseados em estudos clínicos, certamente irão aumentar a segurança para uso desse material em larga escala (CAVALLINI, 2016).

3.7 CIMENTOS BIOCERÂMICOS REPARADORES

Além dos biocerâmicos obturadores existem também os materiais classificados como reparadores. Esses são utilizados em casos complexos onde geralmente o prognóstico é bastante desfavorável. São indicados em situações da prática clínica, considerando-se como as mais frequentes o selamento de perfurações endodônticas infra-ósseas, em reabsorções radiculares, retrobturações em cirurgias periapicais, em exposições pulpares como agentes capeadores, como materiais para tampão apical em casos de apicificação e como proteção do coágulo nos tratamentos de revascularização (LOVATO; SEDGLEY, 2011; MARTINS, 2010).

Segundo o trabalho de Azevedo (2017) o cimento reparador deve possuir algumas propriedades para ser classificado como um cimento ideal, por isso ele deve ter: uma boa radiopacidade, ser de fácil manipulação, promover adesão à dentina, ter estabilidade dimensional, ser biocompatível e ter um tempo de trabalho que seja adequado.

O Agregado de Trióxido Mineral (MTA) teve sua introdução na odontologia no ano de 1993 por Mahmoud Torabinejad, é o cimento biocerâmico reparador mais conhecido e utilizado na Endodontia. Uma de suas grandes propriedades é a bicompatibilidade (SOUSA et al., 2014).

Este material é definido como bioativo ou seja, não traz nenhuma irritação para os tecidos periapicais, além disso tem a capacidade de induzir a regeneração do cimento e do ligamento periodontal. Outra vantagem desse tipo de cimento é que ele pode ser inserido em ambientes úmidos como em regiões que apresentam sangue, por exemplo (OTANI et al., 2011; MENDES, 2017).

O MTA apresenta ainda boa alcalinidade com um pH próximo de 12,5, o que garante com que este seja antimicrobiano. Apresenta uma boa capacidade física e química de selamento marginal, manipulação fácil, baixa solubilidade, boa capacidade de ligação e adesão com a dentina, bem como resistência a compressão (SILVA, 2018; SOUSA et al., 2014).

Alguns cimentos biocerâmicos reparadores estão disponíveis atualmente no mercado como exemplo o MTA Angelus, marca exclusivamente brasileira. Podemos também citar outras apresentações comerciais, como o Pro Root Dentsplay Sirona, CPM MTA EGEO e Biodentine SEPTODONT (MENDES, 2017).

4 DISCUSSÃO

Os novos cimentos endodônticos à base silicato de cálcio foram desenvolvidos com excelentes propriedades biológicas e potencial bioativo. Os selantes à base de silicato de cálcio apresentam biocompatibilidade e bioatividade, além de radiopacidade que atende as normas da ISO 6876:2012. Estes cimentos promovem um alto pH e liberação de íons cálcio (BRONZEL et al., 2019).

As biocerâmicas foram introduzidas na endodontia como cimentos reparadores e obturadores. Estes materiais à base de silicato de cálcio destacam-se por apresentarem boas propriedades físico-químicas e biológicas, com resultados semelhantes ou melhores que os cimentos convencionais (TORABINEJAD; PARIROKH; DUMMER, 2018).

A radiopacidade dos diversos tipos de cimentos biocerâmicos obturadores (Endosequence BC Sealer e MTA Fillapex) se mostraram satisfatórias. Mas o trabalho do Bronzel et al. (2018) mostra que a radiopacidade dos biocerâmicos foi significativamente menor quando comparada a do cimento obturador padrão-ouro AH Plus, provavelmente pelo fato destes cimentos possuírem em sua composição óxido de zircônio (BRANDÃO, 2017).

Os cimentos endodônticos devem possuir ação antibacteriana ou pelo menos não favorecer o desenvolvimento destas. A principal propriedade que caracteriza um cimento como antimicrobiano é o seu pH alcalino (próximo de 11). Os cimentos biocerâmicos possuem um pH bastante alcalino, dentre eles o Endosequence BC Sealer, MTA Filapex, Biodentine se mostraram vantajosos, comprovando sua eficácia antibacteriana (BRANDÃO, 2017). Lima et al. (2017) complementa em seu trabalho que o cimento biocerâmico EndoSequence BC Sealer possui uma atividade antibacteriana parecida com a do MTA, atividade esta superior aos cimentos convencionais a base de resina e óxido de zinco e eugenol.

A biocompatibilidade dos cimentos é dada quando estes materiais estão em contato com o tecido duro e não ocasionam nenhuma reação adversa. O cimento biocerâmico Biodentine teve sua biocompatibilidade comprovada no estudo de Souza (2018). O cimento EndoSequence BC Sealer possui menor citotoxicidade e maior biocompatibilidade quando comparado aos cimentos convencionais (LIMA et al. 2017).

Solubilidade indica perda do material quando entram em contato com a água. Os cimentos a base de silicato de cálcio mostraram uma alta solubilidade quando comparados ao cimento a base de resina epóxica. Essa alta solubilidade pode ser explicada pelas partículas nanométricas hidrofílicas. No entanto os estudos deste trabalho não foram conclusivos (BRONZEL et al., 2019).

Quanto a bioatividade, os cimentos biocerâmicos Biodentine, EndoSequence Repair e o BC Sealer se mostram capaz de promover a formação de apatita, comprovando que são materiais bioativos (BRANDÃO, 2017). Ao serem comparados os cimentos bicerâmicos MTA (reparador) e iRoot SP (obturador), estes conseguiram proporcionar a diferenciação de células parecidas com os odontoblastos, propiciando a formação de tecido duro, evidenciando sua bioatividade (GUVEN et al., 2013).

5 CONCLUSÃO

De acordo com este trabalho, os cimentos biocerâmicos apresentam características ideais para o tratamento endodôntico. Estes materiais quando utilizados como cimentos obturadores e reparadores podem apresentar resultados promissores na terapia endodôntica. Os cimentos biocerâmicos do tipo reparador já são utilizados há algum tempo, trazendo grandes benefícios na prática clínica, especialmente em casos complexos. No entanto, ao analisar os estudos citados neste trabalho, apesar de grandes vantagens relacionadas aos cimentos biocerâmicos obturadores, ainda são necessários mais estudos clínicos a respeito do comportamento deste material.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, Kaline. **CIMENTO BIOCERÂMICO REPARADOR: SUAS PROPRIEDADES NA ENDODONTIA**. 2017. 27 f. Dissertação (Odontologia) - UFP, Fernando Pessoa, 2017.
- BRANDÃO, Miguel Wong. **Cimentos Biocerâmicos na Endodontia**. 2017. 38 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Odontologia, Nstituto Universitário de Ciências da Saúde, São Paulo, 2017.
- BRONZEL, Cristiane Lopes Zordan. et al. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate–based Sealer, Bio-C Sealer. **Joe**. Araraquara, p. 1248-1252. out. 2019.
- CANDEIRO, George Tacio et al. **Avaliação da radiopacidade, escoamento, pH e da liberação de íons de cálcio de um cimento endodôntico biocerâmico**. 2012. 59 f. Tese (Doutorado) - Curso de Odontologia, Usp, São Paulo, 2012.
- CAVALLINI, Thelma. **O USO DE MATERIAIS BIOCERÂMICOS NA OBTURAÇÃO ENDODÔNTICA**. [s.l.]: Instituto Universitário, 2016.
- CELIKTEN, B; UZUNTAS, CF; GULSAHI, K. Resistance to fracture of dental roots obturated with different materials. **Biomed Res Int.**, Ankara, v. 5, n. 8, p.327-345, fev. 2015.
- FONSECA, Braúlio; COELHO, Marcelo; ROCHA, Daniel. Assessment of Extrusion and Postoperative Pain of a Bioceramic and Resin-Based Root Canal Sealer. **Eur J Dent**, [S.L.], v. 3, n. 13, p. 343-348, jul. 2018.
- FRANÇA, Monique Costa Moreira. **INFLUÊNCIA DO TEMPO DE ENDURECIMENTO NO COMPORTAMENTO FÍSICO E BIOLÓGICO DE SETE CIMENTOS ENDODÔNTICOS**. 2014. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Odontologia, Unesp, São Jose dos Campos, 2014.
- GUVEN, EP *et al.* In vitro comparison of induction capacity and biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and a bioceramic root canal sealer. **Int Endod J**, American, ano 2013, v. 46, ed. 12, p. 1173-1182, 10 dez. 2013.
- HADDAD, Afaf. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: a review. **International Journal Of Biomaterials**. Malaya, p. 1-16. out. 2016.
- HAAPASALO, Markus et al. Clinical use of bioceramic materials. **Wiley Online Library**, [s.l.], v. 1, n. 32, p.97-117, maio 2015.
- HRAB, Dana. et al. COMPARATIVE RADIOGRAPHIC ASSESSMENT OF A NEW BIOCERAMIC-BASED ROOT CANAL SEALER. **Clujul Medical**. Romania, p. 226-230. ago. 2017.
- JAIN, Pratishta. THE RISE OF BIOCERAMICS IN ENDODONTICS: a review. **Int J Pharm Bio Sci**, [S.L.], v. 1, n. 6, p. 416-422, nov. 2015.

KOCH, KA; BRAVE, DG; NASSEH, AA. Bioceramic technology: closing the endo-restorative circle, Part I.. **Dent Today**, [s.l.], v. 2, n. 29, p.100-105, fev. 2010.

LEE, Ju Kyung. et al. Physicochemical Properties of Epoxy Resin-Based and Bioceramic-Based Root Canal Sealers. **Bioinorganic Chemistry And Applications**. Korea, p. 1-8. jan. 2017.

LEITE, Ana Mónica Martins de Matos. **Obturação em Endodontia**. 2014. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina Dentária, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2014.

LIMA, Naggila Fernanda Figueiredo et al. Cimentos biocerâmicos em endodontia: revisão de literatura. **RFO**, Passo Fundo, v. 22, n. 2, p.248-254, ago. 2017.

LOVATO, Karen; SEDGLEY, Cristine. Antibacterial activity of endosequence root repair material and proroot MTA against clinical isolates of *Enterococcus faecalis*. **J Endod** , American, ano 2011, v. 37, n. 11, p. 1542-1546, 22 jun. 2011.

MALHOTRA, S; HEGDE, MITRA; SHETTY, M. Tecnologia bioceramica em endodontia. **Journal of Medicina**. v. 4, n. 12, p. 1-10, 2014.

MARTINS, Gisele. **USO DO MTA NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO RADICAL DE DENTES COM RIZOGÊNESE INCOMPLETA**: Estudo de casos. 2010. 30 f. Monografia (Endodontia) - Faculdade de Odontologia - UFMG, [S. l.], 2010.

MENDES, Aline. **PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE UMA NOVA FORMULAÇÃO DE CIMENTO BIOCERÂMICO**. 2017. 44 f. Dissertação (Pós Graduação em Odontologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [S. l.], 2017.

MONACO, Rodrigo Jardim. et al. Influence of Nd:YAG laser on the penetration of a bioceramic root canal sealer into dentinal tubules: a confocal analysis. **A, Institute Of Materials Science**. Germany, p. 1-11. ago. 2018.

MUNITIC, M. et al. Antimicrobial efficacy of commercially available endodontic bioceramic root canal sealers: A systematic review. **PLoS ONE**. França, 14(10), p. 1-20, out. 2019.

PAWAR, Suprit Sudhir; PUJAR, Madhu Ajay; MAKANDAR, Saleem Dadapeer. Evaluation of the apical sealing ability of bioceramic sealer, AH plus & epiphany: an in vitro study. **Journal Conserv Dent**. [s.l.], p. 579-582. dez. 2014.

PARIROKH M. et al. Comparative study of subcutaneous tissue responses to a novel root-end filling material and white and grey mineral trioxide aggregate. **Int Endod J**. 2011;44(4):283-289.

PEIXOTO, Pedro. **Cimentos Biocerâmicos, uma nova alternativa na obturação**. 2019. 26 f. Dissertação (Medicina Dentária) - Universidade Fernando Pessoa, [S. l.], 2019.

PRATI, Carlo; GANDOLFI, Maria Calcium silicate bioactive cements: biological perspectives and clinical applications. **Rev Elsevier**, Italy, v. 4, n. 1, p. 01-20, jan. 2015.

OLIVEIRA, I. R. et al. Propriedades e bioatividade de um cimento endodôntico à base de aluminato de cálcio. **Cerâmica**, São Paulo, v. 5, n. 8, p.364-370, nov. 2011.

OLIVEIRA, Pedro Miguel. **Biocerâmicas em endodontia**. 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Odontologia, Unniversidade Fernando Pessoa, Porto, 2014.

OTANI, Kaori *et al.* Healing of experimental apical periodontitis after apicoectomy using different sealing materials on the resected root end. **Dent Mater J**., American, v. 4, n. 30, p. 485-492, 19 jul. 2011.

RAGHAVENDRA, Srinidhi Surya *et al.* Bioceramics in endodontics: a review. **J Istanbul Univ Fac Dent**, Instabul, v. 51, n. 2, p. 128-137, dez. 2017.

RAZMI, Hasan et al. The Effect of Canal Dryness on Bond Strength of Bioceramic and Epoxy-resin Sealers after Irrigation with Sodium Hypochlorite or Chlorhexidine. **Iranian Endodontic Journak**, [s.l.], v. 2, n. 11, p.129-133, mar. 2016.

SANTIAGO, Marcos. **AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES BIOLÓGICAS DE CIMENTOS BIOCERÂMICOS EM CULTURA DE CÉLULAS OSTEOBLÁSTICAS HUMANAS E UM RELATO DE SUA APLICAÇÃO CLÍNICA EM PERFURAÇÃO RADICULAR**. 2020. 84 f. Dissertação (Odontologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

SIQUEIRA JF. et al. (2015). Materiais obturadores. In: Lopes HP, Siqueira Jr JF (eds). **Endodontia: Biologia e Técnica**. 4ªed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan 505-526.

SILVA, Talita. **Cimentos Biocerâmicos**. 2018. 30 f. Monografia (Endodontia) - Faculdade Sete Lagoas, Santo André, 2018.

SILVA, EJ et al. Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. **J Endod.**, Piracicaba, v. 2, n. 39, p.274-277, fev. 2017.

SIMUNDIC, Marija; BUDIMIR, Ana; BAGO, Ivona. Short-Term Antibacterial Efficacy of Three Bioceramic Root Canal Sealers Against Enterococcus Faecalis Biofilms. **International Journal Of Oral Sciences And Dental Medicine**. [S.L.], p. 3-9. mar. 2020.

SINHORETI, Mário Alexandre Coelho; VITTI, Rafael Pino; SOBRINHO, Lourenço. Biomateriais na Odontologia: panorama atual e perspectivas futuras. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, Piracicaba, v. 3, n. 67, p. 178-186, nov. 2013.

SOARES, Ilson Jose; GOLDBERG, Fernando. **Endodontia Fundamentos e Técnicas**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 519 p.

SOUSA, Nielsen *et al.* Agregado de trióxido mineral e uso como material retro-obturador em cirurgia paraendodôntica. **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 71, n. 2, p. 144-147, 1 dez. 2014.

SOUZA, TAMARA. **POTENCIAL DE BIOMINERALIZAÇÃO E BIOCAMPATIBILIDADE DE DOIS CIMENTOS**

ENDODÔNTICOSREPARADORES-ESTUDO EM TECIDO SUBCUTÂNEO DE RATOS. 2018. 50 f. Dissertação (Odontologia) - Universidade Federal do Ceará, [S. l.], 2018.

TORABINEJAD, M; PARIROKH, M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part II: leakage and biocompatibility investigations.. **J Endod.**, California, v. 2, n. 36, p.190-202, fev. 2010.

TORABINEJAD, M; PARIROKH, M; DUMMER, P M H. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part ii: other clinical applications and complications. **Int Endod J.** [S.L.], p. 284-317. mar. 2018.

WANG, Yahui; LIU, Siyi; DONG, Yanmei. In vitro study of dentinal tubule penetration and filling quality of bioceramic sealer. **Plos One.** Estados Unidos, p. 1-11. fev. 2018.

WASHIO, Ayako *et al.* Bioactive Glass-Based Endodontic Sealer as a Promising Root Canal Filling Material Without Semisolid Core Materials. **Rev. Materials**, Japan, v. 3976, n. 12, p. 1-17, nov. 2019.

Cimentos biocerâmicos na endodontia: revisão de literatura**Erica Martins Valois¹, Victor Rafael da Silva Duarte²**¹ Professor do Curso de Odontologia da UNDB - Centro Universitário.² Graduando em Odontologia da UNDB - Centro Universitário. São Luís, MA, Brasil.**RESUMO**

A obturação do sistema dos canais radiculares tem por objetivo preencher espaços vazios e promover um selamento hermético evitando a invasão e reinfecção bacteriana nos tecidos periapicais. Por isso se faz necessário buscar cimentos que possuem propriedades físico-químicas e biológicas satisfatórias. O objetivo deste trabalho foi realizar uma pesquisa bibliográfica do tipo narrativa acerca da aplicabilidade clínica dos cimentos biocerâmicos obturadores e reparadores utilizados na endodontia. Os cimentos biocerâmicos foram introduzidos no mercado na tentativa de melhorar e aprimorar as propriedades dos cimentos convencionais já existentes. Estes cimentos podem ser do tipo reparador e obturador e são compostos de: silicato de cálcio, fosfato de cálcio, hidróxido de cálcio. Os cimentos biocerâmicos apresentam excelente biocompatibilidade devido à sua similaridade com os tecidos biológicos, além de possuir um diferencial dos cimentos endodônticos convencionais que é a sua bioatividade. Pode-se concluir que os cimentos biocerâmicos do tipo reparador, já utilizados há algum tempo na Endodontia, têm suas vantagens bem estabelecidas na literatura. Já os cimentos biocerâmicos obturadores, apesar de terem excelentes propriedades, ainda carecem de mais estudos clínicos que assegure suas vantagens.

Palavras-chave: Obturação do canal radicular. Endodontia. Biocerâmicas.**ABSTRACT**

The filling of the root canal system aims to fill empty spaces and promote an airtight seal preventing bacterial invasion and reinfection in periapical tissues. That is why it is necessary to look for cements that have satisfactory physical-chemical and biological properties. The objective of this work was to carry out a narrative-type bibliographic research about the clinical applicability of bioceramic obturators and repairers used in endodontics. Bioceramic cements

were introduced to the market in an attempt to improve and improve the properties of existing conventional cements. These cements can be of repairing and filling type and are composed of: calcium silicate, calcium phosphate, calcium hydroxide. Bioceramic cements have excellent biocompatibility due to their similarity with biological tissues, in addition to having a differential from conventional endodontic cements, which is their bioactivity. It can be concluded that the bioceramic cements of the repairer type, already used for some time in Endodontics, have their advantages well established in the literature. Bioceramic obturator cements, in spite of having excellent properties, still lack further clinical studies to ensure their advantages.

Keywords: Root canal filling. Endodontics. Bioceramics.

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico tem por objetivo a redução dos microrganismos do sistema de canais radiculares que se encontra infectado, através da associação da instrumentação mecânica, limpeza química e obturação com um material inerte que se propõe a manter ou restabelecer a saúde dos tecidos perirradiculares (OLIVEIRA, 2014).

A última etapa do tratamento endodôntico consiste na obturação dos canais radiculares. O material obturador deve ser inerte e biocompatível, assim preenchendo todo o espaço do canal que foi deixado pelos tecidos pulpares para se atingir um selamento adequado no sentido apical, lateral e coronário (LEITE, 2014).

Os cimentos endodônticos quando tomam presa têm pouca ou nenhuma adesão à dentina e não são dimensionalmente estáveis quando entram em contato com umidade, o que pode favorecer sua dissolução ao longo do tempo. E para superar estas deficiências, alguns materiais têm sido desenvolvidos (CAVALLINI, 2016).

Materiais à base de biocerâmica foram inseridos na endodontia, principalmente como cimento de reparação e cimento obturador. As biocerâmicas são materiais resultantes da combinação entre silicato de cálcio e fosfato de cálcio. Segundo os fabricantes, estes materiais são formados por partículas extremamente pequenas que conseguem penetrar nos túbulos dentinários, além de apresentar pH alcalino (biocompatibilidade), atividade antibacteriana, maior facilidade de manipulação, aplicação e radiopacidade (CANDEIRO et al., 2012).

Estes cimentos apresentam ótimas propriedades de biocompatibilidade em decorrência da sua semelhança com a hidroxiapatita biológica. Além disso tem a capacidade de

produzir diferentes compostos e hidroxiapatitas, com a habilidade de induzir uma resposta regenerativa no corpo humano (HRAB et al., 2017).

A introdução dos materiais biocerâmicos teve uma grande significância dentro da terapia endodôntica, devido suas propriedades de biocompatibilidade e excelente propriedades físico-química. Estes materiais, caracterizados como bioativos e biodegradáveis, são aplicados dentro da endodontia como materiais cerâmicos que compartilham uma característica comum de serem projetados especificamente para cumprir suas funções: atuar como cimentos do canal radicular ou como reparadores (WANG; LIU; DONG, 2018).

Por isso o objetivo deste trabalho foi realizar uma pesquisa bibliográfica do tipo narrativa acerca da aplicabilidade clínica dos cimentos biocerâmicos utilizados na endodontia, bem como suas diferentes apresentações, destacando suas propriedades, vantagens e desvantagens.

2 METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica do tipo narrativa que foi realizada através de artigos, teses, revistas e dissertações a respeito dos cimentos biocerâmicos na prática endodôntica.

Utilizou-se como critérios de inclusão trabalhos publicados na literatura nas bases de dados Scielo, Pubmed, Medline, correspondentes ao tema, nos idiomas inglês e português. . A busca foi realizada tendo o seguinte questionamento como pergunta norteadora: “Quais as aplicabilidades clínicas dos cimentos biocerâmicos na endodontia?”.

Foram utilizadas as palavras chaves: “cimentos biocerâmicos”, “bioceramic endodontic sealer”, “endodontia”, “endodontic”, “obturação”, “root canal filling”, “reparo”, “repair”, “endodontics”, “root canal obturation” para seleção dos artigos. Não houve restrição de idioma. Os critérios de inclusão para a seleção foram artigos publicados nos últimos 10 anos. Os artigos que não estiverem disponíveis online ou que não se enquadrarem no objetivo do estudo foram excluídos.

Após as buscas dos artigos nas bases de dados seguindo os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados os artigos que se enquadram nos objetivos da pesquisa; totalizando, 45 artigos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Para um melhor prognóstico dentro da terapia endodôntica, o cimento de escolha para selamento do canal deve ter biocompatibilidade com os tecidos periapicais, além de possuir ótimo escoamento, ter capacidade antimicrobiana, ter boa adesão às paredes dentárias e possuir um tempo de trabalho que seja adequado. Por isso começaram a introduzir os cimentos a base de biocerâmica dentro da prática clínica endodôntica (LEITE, 2014).

Segundo a literatura não existe no mercado um cimento de uso endodôntico que atenda os requisitos de um material ideal, sendo de grande importância a fabricação de cimentos que mantenham e melhorem as propriedades físico-químicas dos já existentes no mercado. A nanotecnologia garantiu o desenvolvimento destes cimentos biocerâmicos e esta é uma grande conquista dentro da endodontia (FRANÇA 2014).

Para evitar estes problemas e garantir um tratamento satisfatório, estão sendo usados hoje na prática endodôntica os cimentos biocerâmicos à base de silicato de cálcio, a exemplo do agregado trióxido mineral (MTA), um reconhecido cimento biocerâmico reparador e os biocerâmicos obturadores, como por exemplo o Endosequence BC sealer (SILVA et al., 2017).

3.1 BIOCERÂMICAS

As biocerâmicas consistem em materiais cerâmicos que são biocompatíveis tornando-se aptos para uso médico e odontológico. O uso das biocerâmicas teve seu início de uso e aplicação nos anos 70 e até hoje passou por várias transformações garantindo a expansão de sua aplicação (KOCH; BRAVE; NASSEH, 2010).

As biocerâmicas são utilizadas para restaurar a funcionalidade de tecidos duros doentes e danificados e são amplamente usados em vários campos da odontologia (RAZMI et al., 2016).

Em outras palavras, as biocerâmicas são específicas para uso médico e odontológico que podem ser utilizadas para substituição de tecidos ou no recobrimento de metais, tendo a finalidade de aumentar a sua compatibilidade. As biocerâmicas hoje mais utilizadas na área da saúde são a zircônia, hidroxiapatita, fosfato de cálcio, silicato de cálcio e cerâmicas de vidro. Bioagregado é todo material que possui em sua composição a biocerâmica (KOCH; BRAVE; NASSEH, 2010).

Estes materiais tem um uso amplo dentro da odontologia podendo ser usadas em próteses, implantes, cirurgias (substituição de articulações, aumento do rebordo alveolar, preenchimento de seio), uso endodôntico (como selantes, obturação, reparo de perfuração, obturação retrógrada, pulpotomia, reabsorção, apicificação) e uso para fins restauradores como o capeamento pulpar, hipersensibilidade e remineralização dentinária) (JAIN, 2015).

3.2 PROPRIEDADES DAS BIOCERÂMICAS

Sabe-se que mesmo utilizando todos os métodos para desinfecção do canal radicular, bactérias podem permanecer após o tratamento endodôntico. Por isso é de extrema importância que os cimentos utilizados na obturação sejam biocompatíveis, antibacterianos e tenham capacidade indutora de formação óssea. Os cimentos que são à base de silicato de cálcio apresentam a habilidade de reduzir a inflamação e clinicamente ajudam a promover a cicatrização da região periapical (LEE et al., 2017).

Dentre as particularidades dos materiais a base de biocerâmicas podem se citar: pH elevado se tonando alcalino, biocompatibilidade, capacidade de liberar íons cálcio, bom contato com a estrutura dentinária, não tóxico, atividade antimicrobiana, bioatividade, bom escoamento, e não gerar grandes processos inflamatórios caso haja extravasamento além da região do forame apical (BRANDÃO, 2017; CAVALLINI, 2016).

Os produtos biocerâmicos apontam boa biocompatibilidade devido sua semelhança a hidroxiapatita, produzindo uma melhor adesão com as paredes dentária e conseqüentemente um bom vedamento, e além disso possui boa radiopacidade. Uma grande propriedade e vantagem destes materiais, é a capacidade de poderem ser utilizados em locais úmidos que possuem existência de água e fluido dentinário (PRATI; GANDOLFI, 2015).

Os seladores biocerâmicos tem a capacidade promover a remineralização da dentina, apresentam citotoxicidade aceitável, efeito antibacteriano e boa penetração nos túbulos dentinários. Os autores ainda mencionam que estes cimentos não sofrem contração durante o momento de presa, o que aumenta sua capacidade vedação e tem grande capacidade de aderir e se ligar quimicamente à parede do canal (MONACO et al., 2018).

3.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS BIOCERÂMICAS

Na prática endodôntica os materiais biocerâmicos podem se apresentar principalmente de duas formas, como cimento reparador e cimento obturador. Os materiais biocerâmicos utilizados em endodontia, especificamente os cimentos obturadores

biocerâmicos, apresentam algumas vantagens como: biocompatibilidade, radiopacidade adequada, ação antibacteriana, estabilidade dimensional, adesão, alta fluidez, baixa viscosidade e a característica mais marcante destes materiais, a bioatividade (CELIK TEN; UZUNTAS; GULSAHI, 2015).

Os cimentos obturadores a base de resina são amplamente utilizados devido suas propriedades físicas benéficas. Por outro lado, ainda há uma preocupação com seus efeitos citotóxicos fazendo com que a endodontia busque um novo selante. Na tentativa de corrigir esta desvantagem os cimentos biocerâmicos foram lançados. Estes cimentos possuem efeitos biológicos com baixo dano aos tecidos vivos. Além disso, há a hipótese de que eles poderiam beneficiar a integridade radicular após a obturação (FONSECA; COELHO; ROCHA, 2018).

Existem duas grandes principais vantagens para uso das biocerâmicas como cimentos obturadores do canal radicular, primeiro: a sua biocompatibilidade, que evita a rejeição do material com os tecidos circundantes; e segundo: que os materiais biocerâmicos contém fosfato de cálcio, que vai ocasionar um aumento nas propriedades de endurecimento destes materiais, resultando em uma composição química semelhante a estrutura do dente, melhorando a adesão do cimento à dentina radicular. Como desvantagem estes cimentos apresentam grandes dificuldades de serem removidos do interior do canal em situações no qual o dente precisa ser submetido a um retratamento endodôntico (HADDAD, 2016).

Outra vantagem bastante importante e bem característica dos cimentos biocerâmicos obturadores é a sua bioatividade, que consiste na capacidade durante o processamento de endurecimento ou da presa, em formar hidroxiapatita, exercendo influência na ligação entre dentina e o material obturador (CANDEIRO, 2012).

3.4 BIOATIVIDADE E BIOCAMPATIBILIDADE DOS BIOCERÂMICOS

O material quando possui propriedade bioativa é capaz de interagir com os outros tecidos vivos e resultar na formação de uma camada de apatita (biomineralização) na interface material-tecido. Os cimentos EndoSequence BC e EndoSequence Repair Root Material (ERRM) apresentaram capacidade de estimular a formação de precipitados de apatita sugerindo que são material bioativos. Lima et al. (2017) reforçam que a bioatividade dos materiais biocerâmicos endodônticos foi confirmada no EndoSequence Root Repair Material, Pro-Root MTA, iRoot SP (BRADÃO, 2017).

Os cimentos biocerâmicos têm uma vantagem adicional no momento de presa que é de formar hidróxido apatita, e isso resulta numa aderência química eficaz entre dentina e o material propriamente dito (OLIVEIRA et al., 2011).

A biocompatibilidade é definida como a capacidade de um material desempenhar funções específicas quando implantado no tecido vivo. Biocompatibilidade dos materiais dentários é um requisito importante; pois materiais tóxicos podem induzir a irritação ou até mesmo a destruição dos tecidos circundantes. Quase todos os cimentos endodônticos são tóxicos assim que são preparados (fabricados), por isso, tais cimentos ou selantes devem ser testados em condições que revelem seu perfil de segurança em condições clínicas (PARIROKH et al., 2011).

3.5 CIMENTOS BIOCERÂMICOS OBTURADORES

É um requisito ideal de um material obturador promover a vedação firme do material ao ápice. Quando o cimento se liga quimicamente à parede dentinária do canal radicular e há expansão do cimento, é possível melhorar sua adaptação às paredes do canal. Considera-se também que o cimento deve ser antibacteriano e resistente à dissolução. Dentro deste contexto os cimentos biocerâmicos atendem esses quesitos (PAWAR; PUJAR; MAKANDAR, 2014).

Uma vantagem do cimento biocerâmico na obturação é a sua utilização no canal radicular através do uso de uma seringa pré-misturada, não havendo a necessidade de espatulação do cimento, evitando problemas como mistura não homogênea e material insuficiente, garantindo um tratamento de qualidade (MALHOTRA; HEGDE; SHETTY, 2014).

Os cimentos biocerâmicos possuem várias qualidades, dentre elas sua capacidade antibacteriana. No entanto poucos estudos in vitro sobre esta propriedade do material usando diferentes métodos microbiológicos mostrou resultados diferentes. Acredita-se que a eficácia antibacteriana desses cimentos é resultado da liberação de íons de cálcio e alto pH (SIMUNDIC; BUDIMIR; BAGO, 2020).

Outra grande vantagem do cimento biocerâmico quando utilizado para obturação dos canais é sua capacidade escoamento, pH alcalino, radiopacidade ideal, biocompatibilidade e não apresentar citotoxicidade aos tecidos. Além disso estes cimentos não tem a capacidade de alterar a cor da coroa dental de maneira significativa quando deixados na câmara pulpar (MENDES, 2017).

Algumas marcas de cimentos biocerâmicos do tipo obturadores estão disponíveis atualmente para uso, dentre elas podem se citar algumas, como: iRoot SP, iRoot BP Plus, Endosequence BC Sealer, Biodentine, Biosealer, MTA Fillapex (SANTIAGO, 2020).

É importante destacar que esses cimentos não cumprem todos os requisitos de um material obturador ideal. Como a obturação do canal é realizada com maior quantidade de cimento, já que apenas 1 cone de guta-percha é introduzido no canal, a principal desvantagem do seu uso é a difícil remoção no caso de um retratamento (PEIXOTO, 2019).

Apesar da literatura mostrar que cimentos endodônticos biocerâmicos obturadores apresentam boas propriedades, sugere-se que para fomentar sua aplicação clínica, são necessários mais estudos clínicos com metodologias acuradas, que forneçam dados mais confiáveis sobre o comportamento clínico destes materiais (CAVALLINI, 2016; LIMA et al., 2017). Novos protocolos, no que diz respeito às técnicas de obturação e retratamento dos canais, baseados em estudos clínicos, certamente irão aumentar a segurança para uso desse material em larga escala (CAVALLINI, 2016).

3.6 CIMENTOS BIOCERÂMICOS REPARADORES

Segundo o trabalho de Azevedo (2017) o cimento reparador deve possuir algumas propriedades para ser classificado como um cimento ideal, por isso ele deve ter: uma boa radiopacidade, ser de fácil manipulação, promover adesão à dentina, ter estabilidade dimensional, ser biocompatível e ter um tempo de trabalho que seja adequado.

O Agregado de Trióxido Mineral (MTA) teve sua introdução na odontologia no ano de 1993 por Mahmoud Torabinejad, é o cimento biocerâmico reparador mais conhecido e utilizado na Endodontia. Uma de suas grandes propriedades é a bicompatibilidade (SOUSA et al., 2014).

O MTA apresenta ainda boa alcalinidade com um pH próximo de 12,5, o que garante com que este seja antimicrobiano. Apresenta uma boa capacidade física e química de selamento marginal, manipulação fácil, baixa solubilidade, boa capacidade de ligação e adesão com a dentina, bem como resistência a compressão (SILVA, 2018; SOUSA et al., 2014).

Alguns cimentos biocerâmicos reparadores estão disponíveis atualmente no mercado como exemplo o MTA Angelus, marca exclusivamente brasileira. Podemos também citar outras apresentações comerciais, como o Pro Root Dentsplay Sirona, CPM MTA EGEO e Biodentine SEPTODONT (MENDES, 2017).

4. DISCUSSÃO

Os novos cimentos endodônticos à base silicato de cálcio foram desenvolvidos com excelentes propriedades biológicas e potencial bioativo. Os selantes à base de silicato de cálcio apresentam biocompatibilidade e bioatividade, além de radiopacidade que atende as normas da ISO 6876:2012. Estes cimentos promovem um alto pH e liberação de íons cálcio (BRONZEL et al., 2019).

As biocerâmicas foram introduzidas na endodontia como cimentos reparadores e obturadores. Estes materiais à base de silicato de cálcio destacam-se por apresentarem boas propriedades físico-químicas e biológicas, com resultados semelhantes ou melhores que os cimentos convencionais (TORABINEJAD; PARIROKH; DUMMER, 2018).

A radiopacidade dos diversos tipos de cimentos biocerâmicos obturadores (Endosequence BC Sealer e MTA Fillapex) se mostraram satisfatórias. Mas o trabalho do Bronzel et al. (2018) mostra que a radiopacidade dos biocerâmicos foi significativamente menor quando comparada a do cimento obturador padrão-ouro AH Plus, provavelmente pelo fato destes cimentos possuírem em sua composição óxido de zircônio (BRANDÃO, 2017).

Os cimentos endodônticos devem possuir ação antibacteriana ou pelo menos não favorecer o desenvolvimento destas. A principal propriedade que caracteriza um cimento como antimicrobiano é o seu pH alcalino (próximo de 11). Os cimentos biocerâmicos possuem um pH bastante alcalino, dentre eles o Endosequence BC Sealer, MTA Filapex, Biodentine se mostraram vantajosos, comprovando sua eficácia antibacteriana (BRANDÃO, 2017). Lima et al. (2017) complementa em seu trabalho que o cimento biocerâmico EndoSequence BC Sealer possui uma atividade antibacteriana parecida com a do MTA, atividade esta superior aos cimentos convencionais a base de resina e óxido de zinco e eugenol.

A biocompatibilidade dos cimentos é dada quando estes materiais estão em contato com o tecido duro e não ocasionam nenhuma reação adversa. O cimento biocerâmico Biodentine teve sua biocompatibilidade comprovada no estudo de Souza (2018). O cimento EndoSequence BC Sealer possui menor citotoxicidade e maior biocompatibilidade quando comparado aos cimentos convencionais (LIMA et al. 2017).

Solubilidade indica perda do material quando entram em contato com a água. Os cimentos a base de silicato de cálcio mostraram uma alta solubilidade quando comparados ao cimento a base de resina epóxica. Essa alta solubilidade pode ser explicada pelas partículas

nanométricas hidrofílicas. No entanto os estudos deste trabalho não foram conclusivos (BRONZEL et al. 2018).

Quanto a bioatividade, os cimentos biocerâmicos Biodentine, EndoSequence Repair e o BC Sealer se mostram capaz de promover a formação de apatita, comprovando que são materiais bioativos (BRANDÃO, 2017). Ao serem comparados os cimentos bicerâmicos MTA (reparador) e iRoot SP (obturador), estes conseguiram proporcionar a diferenciação de células parecidas com os odontoblastos, propiciando a formação de tecido duro, evidenciando sua bioatividade (GUVEN et al., 2013).

4 CONCLUSÃO

De acordo com este trabalho, os cimentos biocerâmicos apresentam características ideais para o tratamento endodôntico. Estes materiais quando utilizados como cimentos obturadores e reparadores podem apresentar resultados promissores na terapia endodôntica. Os cimentos biocerâmicos do tipo reparador já são utilizados há algum tempo, trazendo grandes benefícios na prática clínica, especialmente em casos complexos. No entanto, ao analisar os estudos citados neste trabalho, apesar de grandes vantagens relacionadas aos cimentos biocerâmicos obturadores, ainda são necessários mais estudos clínicos a respeito do comportamento deste material.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, Kaline. **CIMENTO BIOCERÂMICO REPARADOR: SUAS PROPRIEDADES NA ENDODONTIA**. 2017. 27 f. Dissertação (Odontologia) - UFP, Fernando Pessoa, 2017.
- BRANDÃO, Miguel Wong. **Cimentos Biocerâmicos na Endodontia**. 2017. 38 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Odontologia, Nstituto Universitário de Ciências da Saúde, São Paulo, 2017.
- BRONZEL, Cristiane Lopes Zordan. et al. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate–based Sealer, Bio-C Sealer. **Joe**. Araraquara, p. 1248-1252. out. 2019.
- CANDEIRO, George Tacio et al. **Avaliação da radiopacidade, escoamento, pH e da liberação de íons de cálcio de um cimento endodôntico biocerâmico**. 2012. 59 f. Tese (Doutorado) - Curso de Odontologia, Usp, São Paulo, 2012.
- CAVALLINI, Thelma. **O USO DE MATERIAIS BIOCERÂMICOS NA OBTURAÇÃO ENDODÔNTICA**. [s.l.]: Instituto Universitário, 2016.
- CELIK TEN, B; UZUNTAS, CF; GULSAHI, K. Resistance to fracture of dental roots obturated with different materials. **Biomed Res Int.**, Ankara, v. 5, n. 8, p.327-345, fev. 2015.
- FONSECA, Braúlio; COELHO, Marcelo; ROCHA, Daniel. Assessment of Extrusion and Postoperative Pain of a Bioceramic and Resin-Based Root Canal Sealer. **Eur J Dent**, [S.L.], v. 3, n. 13, p. 343-348, jul. 2018.
- FRANÇA, Monique Costa Moreira. **INFLUÊNCIA DO TEMPO DE ENDURECIMENTO NO COMPORTAMENTO FÍSICO E BIOLÓGICO DE SETE CIMENTOS ENDODÔNTICOS**. 2014. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Odontologia, Unesp, São Jose dos Campos, 2014.
- GUVEN, EP *et al.* In vitro comparison of induction capacity and biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and a bioceramic root canal sealer. **Int Endod J**, American, ano 2013, v. 46, ed. 12, p. 1173-1182, 10 dez. 2013.
- HADDAD, Afaf. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: a review. **International Journal Of Biomaterials**. Malaya, p. 1-16. out. 2016.
- HAAPASALO, Markus et al. Clinical use of bioceramic materials. **Wiley Online Library**, [s.l.], v. 1, n. 32, p.97-117, maio 2015.
- HRAB, Dana. et al. COMPARATIVE RADIOGRAPHIC ASSESSMENT OF A NEW BIOCERAMIC-BASED ROOT CANAL SEALER. **Clujul Medical**. Romania, p. 226-230. ago. 2017.
- JAIN, Pratishta. THE RISE OF BIOCERAMICS IN ENDODONTICS: a review. **Int J Pharm Bio Sci**, [S.L.], v. 1, n. 6, p. 416-422, nov. 2015.

KOCH, KA; BRAVE, DG; NASSEH, AA. Bioceramic technology: closing the endo-restorative circle, Part I.. **Dent Today**, [s.l.], v. 2, n. 29, p.100-105, fev. 2010.

LEE, Ju Kyung. et al. Physicochemical Properties of Epoxy Resin-Based and Bioceramic-Based Root Canal Sealers. **Bioinorganic Chemistry And Applications**. Korea, p. 1-8. jan. 2017.

LEITE, Ana Mónica Martins de Matos. **Obturação em Endodontia**. 2014. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina Dentária, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2014.

LIMA, Naggila Fernanda Figueiredo et al. Cimentos biocerâmicos em endodontia: revisão de literatura. **RFO**, Passo Fundo, v. 22, n. 2, p.248-254, ago. 2017.

LOVATO, Karen; SEDGLEY, Cristine. Antibacterial activity of endosequence root repair material and proroot MTA against clinical isolates of *Enterococcus faecalis*. **J Endod** , American, ano 2011, v. 37, n. 11, p. 1542-1546, 22 jun. 2011.

MALHOTRA, S; HEGDE, MITRA; SHETTY, M. Tecnologia bioceramica em endodontia. **Journal of Medicina**. v. 4, n. 12, p. 1-10, 2014.

MARTINS, Gisele. **USO DO MTA NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO RADICAL DE DENTES COM RIZOGÊNESE INCOMPLETA**: Estudo de casos. 2010. 30 f. Monografia (Endodontia) - Faculdade de Odontologia - UFMG, [S. l.], 2010.

MENDES, Aline. **PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE UMA NOVA FORMULAÇÃO DE CIMENTO BIOCERÂMICO**. 2017. 44 f. Dissertação (Pós Graduação em Odontologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [S. l.], 2017.

MONACO, Rodrigo Jardim. et al. Influence of Nd:YAG laser on the penetration of a bioceramic root canal sealer into dentinal tubules: a confocal analysis. **A, Institute Of Materials Science**. Germany, p. 1-11. ago. 2018.

MUNITIC, M. et al. Antimicrobial efficacy of commercially available endodontic bioceramic root canal sealers: A systematic review. **PLoS ONE**. França, 14(10), p. 1-20, out. 2019.

PAWAR, Suprit Sudhir; PUJAR, Madhu Ajay; MAKANDAR, Saleem Dadapeer. Evaluation of the apical sealing ability of bioceramic sealer, AH plus & epiphany: an in vitro study. **Journal Conserv Dent**. [s.l.], p. 579-582. dez. 2014.

PARIROKH M. et al. Comparative study of subcutaneous tissue responses to a novel root-end filling material and white and grey mineral trioxide aggregate. **Int Endod J**. 2011;44(4):283-289.

PEIXOTO, Pedro. **Cimentos Biocerâmicos, uma nova alternativa na obturação**. 2019. 26 f. Dissertação (Medicina Dentária) - Universidade Fernando Pessoa, [S. l.], 2019.

PRATI, Carlo; GANDOLFI, Maria Calcium silicate bioactive cements: biological perspectives and clinical applications. **Rev Elsevier**, Italy, v. 4, n. 1, p. 01-20, jan. 2015.

OLIVEIRA, I. R. et al. Propriedades e bioatividade de um cimento endodôntico à base de aluminato de cálcio. **Cerâmica**, São Paulo, v. 5, n. 8, p.364-370, nov. 2011.

OLIVEIRA, Pedro Miguel. **Biocerâmicas em endodontia**. 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Odontologia, Unniversidade Fernando Pessoa, Porto, 2014.

OTANI, Kaori *et al.* Healing of experimental apical periodontitis after apicoectomy using different sealing materials on the resected root end. **Dent Mater J**., American, v. 4, n. 30, p. 485-492, 19 jul. 2011.

RAGHAVENDRA, Srinidhi Surya *et al.* Bioceramics in endodontics: a review. **J Istanbul Univ Fac Dent**, Instabul, v. 51, n. 2, p. 128-137, dez. 2017.

RAZMI, Hasan et al. The Effect of Canal Dryness on Bond Strength of Bioceramic and Epoxy-resin Sealers after Irrigation with Sodium Hypochlorite or Chlorhexidine. **Iranian Endodontic Journal**, [s.l.], v. 2, n. 11, p.129-133, mar. 2016.

SANTIAGO, Marcos. **AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES BIOLÓGICAS DE CIMENTOS BIOCERÂMICOS EM CULTURA DE CÉLULAS OSTEOBLÁSTICAS HUMANAS E UM RELATO DE SUA APLICAÇÃO CLÍNICA EM PERFURAÇÃO RADICULAR**. 2020. 84 f. Dissertação (Odontologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

SIQUEIRA JF. et al. (2015). Materiais obturadores. In: Lopes HP, Siqueira Jr JF (eds). **Endodontia: Biologia e Técnica**. 4ªed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan 505-526.

SILVA, Talita. **Cimentos Biocerâmicos**. 2018. 30 f. Monografia (Endodontia) - Faculdade Sete Lagoas, Santo André, 2018.

SILVA, EJ et al. Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. **J Endod.**, Piracicaba, v. 2, n. 39, p.274-277, fev. 2017.

SIMUNDIC, Marija; BUDIMIR, Ana; BAGO, Ivona. Short-Term Antibacterial Efficacy of Three Bioceramic Root Canal Sealers Against Enterococcus Faecalis Biofilms. **International Journal Of Oral Sciences And Dental Medicine**. [S.L.], p. 3-9. mar. 2020.

SINHORETI, Mário Alexandre Coelho; VITTI, Rafael Pino; SOBRINHO, Lourenço. Biomateriais na Odontologia: panorama atual e perspectivas futuras. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, Piracicaba, v. 3, n. 67, p. 178-186, nov. 2013.

SOARES, Ilson Jose; GOLDBERG, Fernando. **Endodontia Fundamentos e Técnicas**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 519 p.

SOUSA, Nielsen *et al.* Agregado de trióxido mineral e uso como material retro-obturador em cirurgia paraendodôntica. **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 71, n. 2, p. 144-147, 1 dez. 2014.

SOUZA, TAMARA. **POTENCIAL DE BIOMINERALIZAÇÃO E BIOCAMPATIBILIDADE DE DOIS CIMENTOS**

ENDODÔNTICOSREPARADORES-ESTUDO EM TECIDO SUBCUTÂNEO DE RATOS. 2018. 50 f. Dissertação (Odontologia) - Universidade Federal do Ceará, [S. l.], 2018.

TORABINEJAD, M; PARIROKH, M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part II: leakage and biocompatibility investigations.. **J Endod.**, California, v. 2, n. 36, p.190-202, fev. 2010.

TORABINEJAD, M; PARIROKH, M; DUMMER, P M H. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part ii: other clinical applications and complications. **Int Endod J.** [S.L.], p. 284-317. mar. 2018.

WANG, Yahui; LIU, Siyi; DONG, Yanmei. In vitro study of dentinal tubule penetration and filling quality of bioceramic sealer. **Plos One.** Estados Unidos, p. 1-11. fev. 2018.

WASHIO, Ayako *et al.* Bioactive Glass-Based Endodontic Sealer as a Promising Root Canal Filling Material Without Semisolid Core Materials. **Rev. Materials**, Japan, v. 3976, n. 12, p. 1-17, nov. 2019.