

PÓS ODONTO BH
ESPECIALIZAÇÃO E APERFEIÇOAMENTO - ENDODONTIA
BERNARDO ANTUNES MOTA E SILVA

BIOCERÂMICOS

Belo Horizonte

2021

BERNARDO ANTUNES MOTA E SILVA

BIOCERÂMICOS

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Especialização em Endodontia da PosOdonto BH, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em endodontia.

Orientador: Prof. (a): Hector Rodrigues.

Belo Horizonte

2021

AGRADECIMENTOS

Dedicatória

RESUMO

Os biocerâmicos são compostos biocompatíveis e bioativos quimicamente estáveis, não corrosivos e interagem bem com o tecido orgânico. Esses cimentos estão se tornando populares em endodontia como material de reparação radicular e cimento obturador do sistema de canal devido às suas propriedades, tais como: biocompatibilidade, pH elevado, ausência de citotoxicidade, além de serem quimicamente estáveis. A sua ação acontece quando ocorre fixação de células precursoras da cicatrização, que estimulam produção de tecido de reposição, nos quais um precipitado de fosfato de cálcio amorfo, forma apatita. Esta influenciará a atividade de proteínas e células no ambiente circundante para regeneração dos tecidos. Esse estudo teve como objetivo descrever a bioatividade dos cimentos biocerâmicos em endodontia e descrever suas vantagens e desvantagens. Pode se concluir que os materiais biocerâmicos são antimicrobianos, com potencial para mudar as terapias de polpa vital e do canal radicular. Além de poder se tornar a escolha para capeamento pulpar, pulpotomia, reparo de perfuração, obturação de raízes e obturação com rizogênese incompleta com prognóstico mais favorável.

Palavras-chave: biocerâmicos, bioatividade, hidroxiapatita, cimentos endodônticos.

ABSTRACT

Bioceramics are biocompatible and bioactive compounds that are chemically stable, non-corrosive and interact well with organic tissue. These cements are becoming popular in endodontics as root repair material and filling cement for the canal system due to their properties, such as: biocompatibility, high pH, absence of cytotoxicity, in addition to being chemically stable. Its action occurs when fixation of precursor cells for healing, which stimulate the production of replacement tissue, in which a precipitate of amorphous calcium phosphate, apatite form, which will influence the activity of proteins and cells in the surrounding environment for tissue regeneration. This study aimed to describe the bioactivity of bioceramic cements in endodontics and to describe their advantages and disadvantages. It can be concluded that bioceramic materials are antimicrobial, with the potential to change vital pulp and root canal therapies. In addition to being the choice for pulp capping, pulpotomy, perforation repair, root filling and filling with incomplete rhizogenesis with a more favorable prognosis.

Keywords: bioceramics, bioactivity, hydroxyapatite, endodontic cements.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	OBJETIVO	11
3,	REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1	Composição dos Biocerâmicos	12
3.2	Mecanismo de ação	12
3.2.1	<i>Bioatividade</i>	13
3.3	Citotoxicidade	14
3.3.1	<i>PH e atividade antibacteriana</i>	16
3.4	<i>Aplicações em Endodontia</i>	17
3.4.1	<i>Cimento Selador</i>	17
3.4.2	<i>Retratamento endodôntico</i>	18
3.4.3	<i>Reparação Radicular</i>	19
3.4.4	<i>Cirurgia periapical</i>	20
3.4.5	<i>Capeamento pulpar</i>	21
3.5	Biocerâmicos disponíveis para uso em Endodontia	22
3.5.1	<i>Mineral trioxide aggregate (MTA)</i>	22
3.5.2	Biodentine	22
3.6	Desvantagens	27
4	DISCUSSÃO	29
5	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS	32

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Reação de hidratação do material biocerâmico em contato com a água (A e B). Reação de precipitação do biocerâmico (C).	12
FIGURA 2	- Micrografia em microscópio eletrônico de varredura (MEV) fibroblastos gengivais humanos na superfície do biocerâmico selador após cultura em DMEM por 24 horas.....	13
FIGURA 3	Representação de um disco de dentina e os quatro pontos de medição, aumentado 500x, visualiza se a bioatividade de diferentes biocerâmicos [C] zona central (Biodentine™), [P1] zona periférica 1 [P1] (MTA Angelus®), zona periférica 2 [P2] (MTA Repair HP®) e zona periférica 3 [P3] (IRM®).	13
FIGURA 4	Esquema mostrando um mecanismo de ligação proposto do vidro bioativo com osso	14
FIGURA 5	(-1-) Imagem confocal de microscopia de varredura a laser de bactérias nos túbulos dentinários. A amostra é corada com coloração de viabilidade; a coloração vermelha indica danos graves à parede celular, a coloração verde células microbianas intactas. Neste modelo de infecção da dentina, as bactérias são forçadas aos canais da dentina por centrifugação. (-2-) Imagens confocal de microscopia de varredura a laser de dentina infectada com <i>E. faecalis</i> 3 semanas após exposição ao biocerâmico Selador e coloração de viabilidade. (A) exposição ao selante de 1 dia, (B) exposição de 7 dias, (C) exposição de 30 dias.	16
FIGURA 6	Esquema do mecanismo proposto para a ligação de cimento selador – biocerâmico (CS-BG) à dentina. (a) Matriz CS-BG gera um pH de 10,3 no fluido dentário na interface cimento-dentina. (b, c) A matriz CS-BG exibe um propriedade anfifílica e facilita o crescimento de hidroxapatita (HAp). (d) Após a colagem com dentina, cristais HAp se desenvolvem no túbulo dentinário.....	18
FIGURA 7	Parede do canal radicular após remoção do cimento biocerâmico endurecido e irrigação com solução de EDTA. Túbulos dentinários foram observados em microscópio de varredura eletrônica, escala 10 µm	19

FIGURA 8	(A) Primeiro molar inferior com lesão apical na raiz mesial, (B) após cirurgia periapical (apicectomia), (C) com obturação retrógrada com cimento biocerâmico e a regeneração da mesma lesão após 6 meses	21
FIGURA 9	Radiografia pré-operatória de exposição à cárie no dente 36. (B) Cobertura pulpar direta com BC Sealer. (C) Radiografia pós-operatória imediata. (D) Radiografia de acompanhamento - 6 meses.....	21
FIGURA 10	(A) EndoSequence obturation start kit by Brasseler USA. (B) EndoSequence gutta-percha pellets. (C) EndoSequence root repair materials (RRM). (D) EndoSequence RRM fast setting putt ..	24
FIGURA 11	(A) Kit de obturação TotalFill da FKG Dentaire Suíça. (B) Cones de gutta-percha TotalFill. (C) Selador TotalFill RRM. (D) Massa TotalFill RRM e massa de cura rápida.	25
FIGURA 12	Raízes molares preenchidas com BC Sealer cortadas em diferentes distâncias do ápice (0,5 mm, 1,5 mm e 3 mm). Uma gutta-percha foi usada como um tampão (“plugger”) para mover o selador sob pressão hidráulica. Observe que as irregularidades estão muito bem preenchidas com o selante.....	25
FIGURA 13	Uma radiografia mostra um dente obturado com o Biocerâmico Sealer pela técnica da compressão hidráulica com a ponta de gutta-percha. Observe que a técnica hidráulica a frio resulta em "puffs" do canal lateral semelhantes à técnica vertical.....	26
FIGURA 14	Comparação da penetração de corante entre diferentes materiais de obturação da raiz em sete dias e um mês.....	26
FIGURA 15	Análise do vedamento apical dos cimentos considerados melhores no estudo através da infiltração do corante azul de metileno a 1% como contraste e analisados com auxílio de estereomicroscópio com aumento de 2x em intervalos de 7 dias e 1 mês.....	27

1. INTRODUÇÃO

Os biocerâmicos são compostos biocompatíveis e bioativos obtidos por processos químicos. São inorgânicos, não metálicos, incluem alumina, zircônia, hidroxiapatita e fosfatos de cálcio. Eles são quimicamente estáveis, não corrosivos e interagem bem com o tecido orgânico. Esses cimentos estão se tornando populares em endodontia como material de reparação radicular e cimento de obturador do sistema de canal radicular devido às suas propriedades, tais como: biocompatibilidade, pH elevado, ausência de citotoxicidade, além de serem quimicamente estáveis. A sua ação acontece quando ocorre fixação de células precursoras da cicatrização, que estimulam produção de tecido de reposição, nos quais um precipitado de fosfato de cálcio amorfo, forma apatita. Influenciará a atividade de proteínas e células no ambiente circundante para regeneração dos tecidos. O pH desse cimento é 12,7 durante a presa, semelhante ao hidróxido de cálcio, resultando em efeitos antibacterianos. O foco desse estudo foi apresentar a característica bioativa dos cimentos biocerâmicos para uso na endodontia e relatar suas vantagens e desvantagens.

2. OBJETIVO

O objetivo desse estudo foi descrever a bioatividade dos cimentos biocerâmicos em endodontia e descrever suas vantagens e desvantagens.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Composição dos Biocerâmicos

Os biocerâmicos são materiais inorgânicos, não metálicos, biocompatíveis que incluem alumina, zircônia, hidroxiapatita e fosfatos de cálcio. Eles são quimicamente estáveis, não corrosivos e interagem bem com o tecido orgânico. São classificados como:

- bioinerte - não interativo com sistemas biológicos;
- bioativo - interagem com os tecidos circundantes;
- biodegradável, solúvel ou reabsorvível - eventualmente podem substituir ou incorporar se aos tecidos (DEBELIAN; TROPE, 2016).

3.2 Mecanismo de ação

Os biocerâmicos agem pela criação de uma ligação adequada entre o material de preenchimento e a dentina, podendo formar hidroxiapatita. A presença de umidade nos túbulos dentinários afeta o tempo de presa do material. Esta disponibilidade de umidade no canal radicular vem do túbulo dentinário e é necessária para que a reação ocorra. Portanto, antes da obturação, a adição de umidade não é necessária (figura 1) (MALHOTRA; HEGDE; SHETTY, 2014).

O mecanismo de ação ocorre através da fixação de células necessárias para a cicatrização, que estimulam produção de tecido de reposição (Figura 2) (MALHOTRA; HEGDE; SHETTY, 2014 / DEBELIAN; TROPE, 2016).

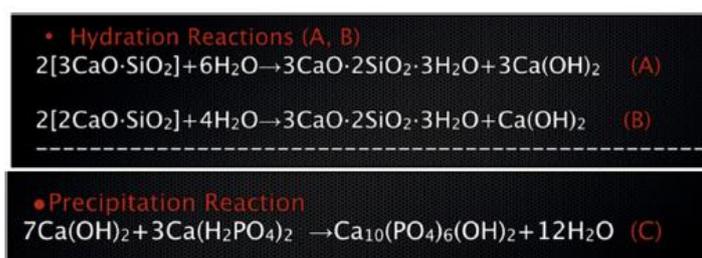


FIGURA 1 - Reação de hidratação do material biocerâmico em contato com a água (A e B).
Reação de precipitação do biocerâmico (C).

FONTE: DEBELIAN; TROPE, 2016.

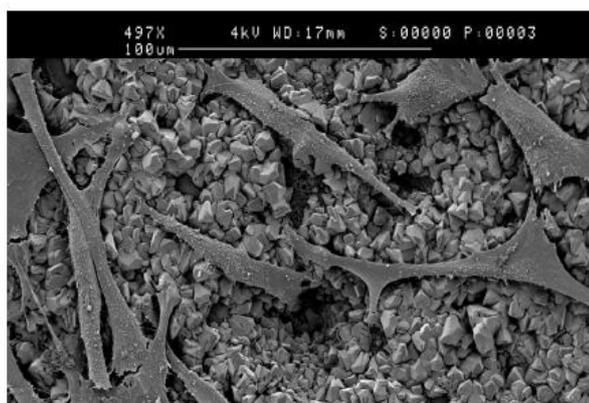


FIGURA 2 - Micrografia em microscópio eletrônico de varredura (MEV) de fibroblastos gengivais humanos na superfície do biocerâmico selador após cultura em DMEM por 24 horas.
 FONTE: WANG, 2015.

3.2.1 Bioatividade

HERNÁNDEZ *et. al.* (2019) constataram que todos os materiais à base de silicato de cálcio analisados mostraram-se bioativos, devido ao fato de se formarem em sua superfície um precipitado no qual, revelou possuir fosfato de cálcio amorfo, que atua como um precursor durante a formação da apatita carbonática (figura 3).

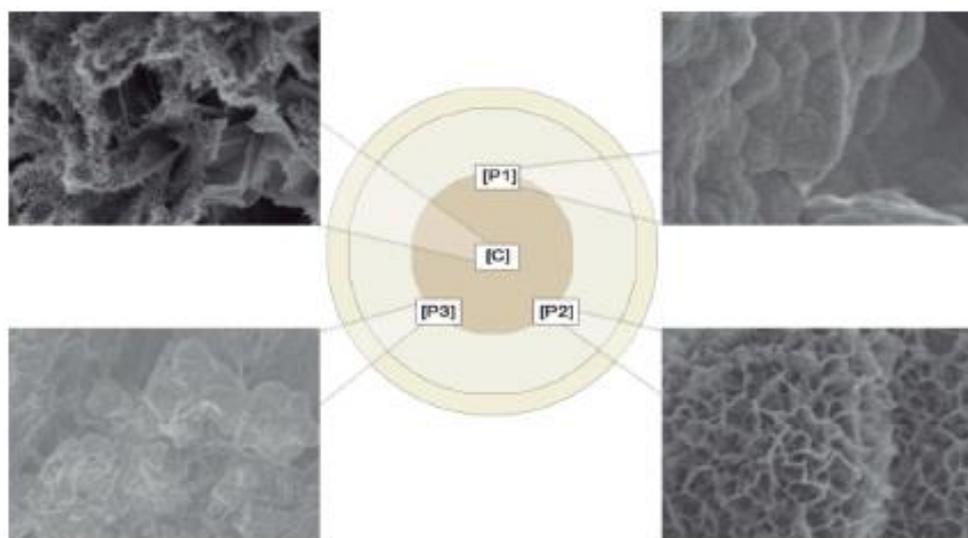


FIGURA 3 - Representação de um disco de dentina e os quatro pontos de medição, aumentado 500x, visualiza-se a bioatividade de diferentes biocerâmicos [C] zona central (Biodentine™), [P1] zona periférica 1 [P1] (MTA Angelus®), zona periférica 2 [P2] (MTA Repair HP®) e zona periférica 3 [P3] (IRM®).
 FONTE: HERNÁNDEZ *et. al.*, 2019

A bioatividade é uma importante propriedade associada ao biocerâmico. É um comportamento particular desse material, com sua reação iniciada pelos fluidos corporais. Isso que resulta na formação de uma camada superficial que auxilia o material na ligação química estável com o tecido vivo adjacente. O mecanismo de ação de um material bioativo é provocar uma resposta biológica específica do material, resultando na formação de uma ligação entre o tecido e o material. A interação entre um material biomimético e os tecidos vivos, resulta na formação de uma camada de hidroxiapatita, biomineralização, na interface material-tecido (figura 4). As cerâmicas bioativas são caracterizadas por uma superfície dinâmica. Em essência, isso é obtido após a formação de uma camada de fosfato de cálcio na superfície dos materiais. Se esta camada superficial estiver presente no momento da implantação do biocerâmico, o sucesso da regeneração do tecido aumenta. Além disso, a bioatividade da cerâmica também influenciará a atividade de proteínas e células no ambiente circundante (BHAVSAR *et. al.*, 2020).

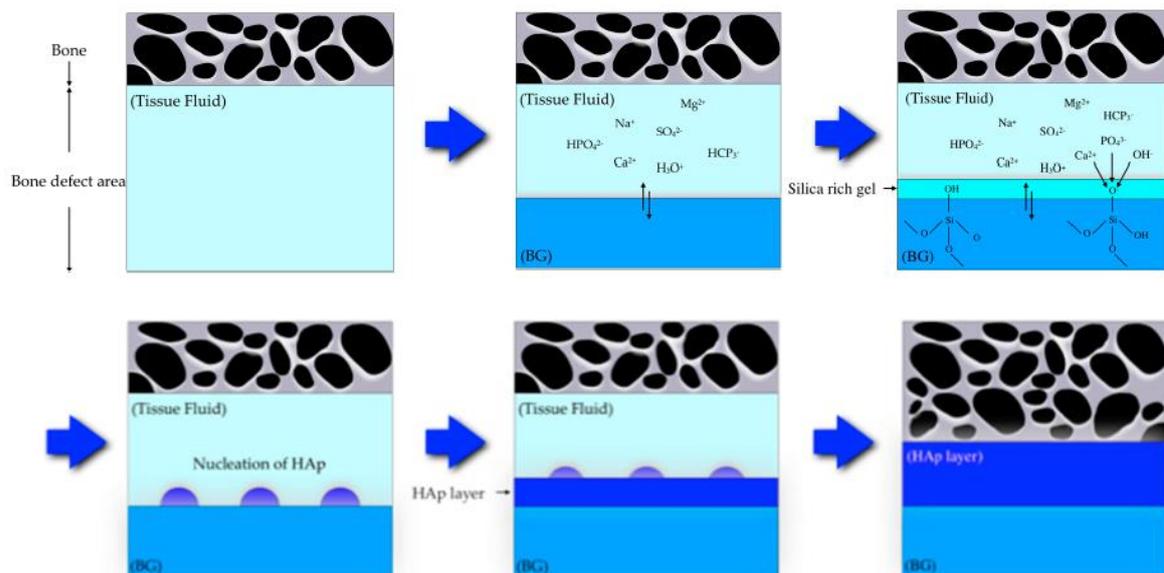


FIGURA 4 - Esquema mostrando um mecanismo de ligação proposto do bioativo com osso
 FONTE: WASHIO *et. al.*, 2019

3.3 Citotoxicidade

ZHOU *et. al.* (2013) avaliaram a citotoxicidade dos biocerâmicos por citometria de fluxo, e a adesão de fibroblastos da gengiva humana na superfície desses materiais,

usando microscopia de varredura eletrônica. Os dados também foram analisados estatisticamente usando uma análise unilateral de teste de variância com significância de $P < 0,05$. Células expostas a extratos de Biodentine e MTA apresentaram as maiores viabilidades em todas as concentrações de extrato, enquanto as células expostas a extratos de cimento de ionômero de vidro exibiram uma viabilidade mais baixas ($P < 0,05$). Não houve diferença significativa na viabilidade celular entre Biodentine e MTA durante todo o período experimental ($P > 0,05$). Fibroblastos gengivais humanos em contato com Biodentine e MTA anexado e espalhado sobre a superfície do material após uma cultura durante uma noite, 3 e 7 dias aumentaram. Assim, Biodentine estimulou a proliferação de fibroblasto gengival semelhante ao MTA. Ambos os materiais eram menos citotóxicos do que o cimento de ionômero de vidro.

Vários estudos *in vitro* relatam que esses materiais exibem biocompatibilidade e citotoxicidade que é semelhante ao MTA (DEBELIAN; TROPE, 2016).

Um estudo recente comparando os resultados de apicectomias feito com MTA ou massa de biocerâmico em cães mostrou que a massa de biocerâmico foi ligeiramente melhor do que o MTA, presumivelmente devido às suas propriedades de manuseio superiores (DEBELIAN; TROPE, 2016).

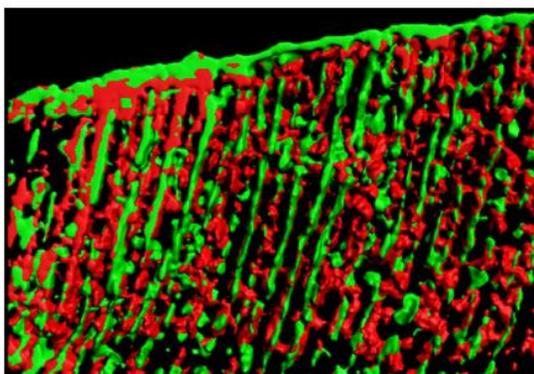
Genotoxicidade é uma ação no material genético celular que pode influenciar sua integridade. Este é um dos mais importantes indicadores de carcinogenicidade. JAFARI; JAFARI; ETESAMNIA em 2017 relataram que cimentos à base de MTA e silicato de cálcio não eram cancerígenos. Com base nos resultados do estudo, o MTA Plus foi menos genotóxico do que o MTA Fillapex e o selante auto condicionante RealSeal. Fillapex foi o material mais genotóxico (avaliando a biocompatibilidade e bioatividade do MTA Fillapex em células osteoblásticas) e indicaram efeito citotóxico nos primeiros períodos de contato com as células. Por outro lado, a viabilidade celular e a atividade da enzima ALP (alcalina fosfatase) aumentaram significativamente em períodos prolongados. Também nódulos mineralizados foram detectados por coloração com vermelho de Alizarina em

culturas de células semelhantes a osteoblastos humanos, representando a biocompatibilidade e bioatividade do material após o tempo de presa.

3.3.1 pH e atividade antibacteriana

Os biocerâmicos têm um pH de 12,7 durante a presa, semelhante no hidróxido de cálcio, resultando em efeitos antibacterianos (figura 5). AC Sealer mostrou pH significativamente mais alto do que AH Plus por tempo maior. O pH alcalino promove eliminação de bactérias como *Enterococcus faecalis*. In vitro estudos relataram que a pasta EndoSequence produziu um pH mais baixo do que o MTA branco em defeitos de reabsorção radicular simulada e EndoSequence Paste, Putty e MTA apresentaram propriedades antibacterianas eficaz semelhantes contra cepas de *E. faecalis* (DEBELIAN; TROPE, 2016).

- 1 -



- 2 -

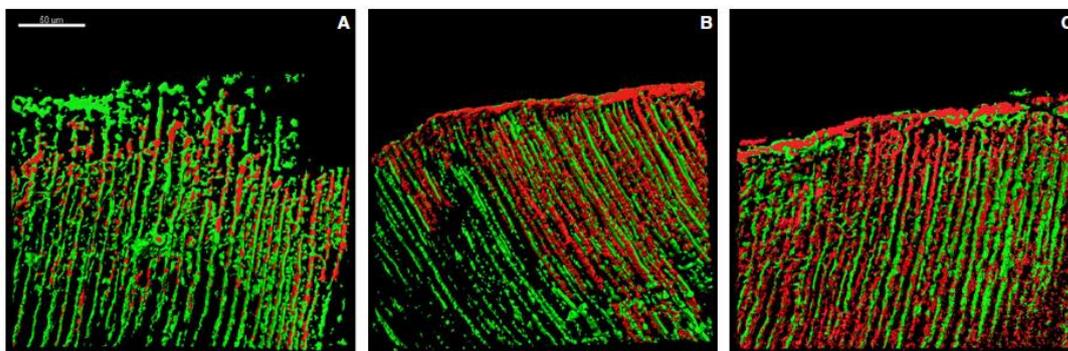


FIGURA 5 – (-1-) Imagem confocal de microscopia de varredura a laser de bactérias nos túbulos dentinários. A amostra é corada com coloração de viabilidade; a coloração vermelha indica danos graves à parede celular, a coloração verde células microbianas intactas. Neste modelo de infecção da dentina, as bactérias são forçadas aos canais da dentina por centrifugação.

(-2-) Imagens confocal de microscopia de varredura a laser de dentina infectada com *E. faecalis* 3 semanas após exposição ao biocerâmico Selador e coloração de viabilidade. (A) exposição ao selante de 1 dia, (B) exposição de 7 dias, (C) exposição de 30 dias.

FONTE: WANG, 2015.

3.4 Aplicações em Endodontia

Durante as últimas duas décadas, uma série de avanços importantes foi feito no campo da cerâmica bioativa usada para tratamento endodôntico (WANG, 2015).

Esses materiais usados em endodontia podem ser categorizados por composição, mecanismo de configuração e consistência. Sendo selantes e pastas, desenvolvidos para uso com guta-percha, e massas de preenchimento completo dos canais projetados para uso como material único, comparável com o MTA. Alguns são sistemas em pó / líquido que requerem mistura manual. As características de mistura e manuseio dos sistemas pó / líquido são muito sensíveis à técnica e podem produzir um desperdício considerável. Biocerâmicos prontos para uso (pré-misturados) requerem umidade dos tecidos circundantes para a presa. O cimento pronto para uso tem a vantagem de ser uniforme, consistente e não gera desperdício. Estes são todos hidrofílicos (DEBELIAN; TROPE, 2016).

Entre as aplicações clínicas destacam-se: como cimento obturador, no retratamento endodôntico, como material de reparação radicular, em cirurgia periapical e em capeamento pulpar (SOUSA; LIMA; SALOMÃO, 2020 / FRANÇA, *et. al.*, 2019 / SANZ *et. al.*, 2019). WANG (2015) relata que além das aplicações citadas, eles possuem as vantagens de biocompatibilidade aprimorada, potencial aumento da resistência da raiz após a obturação, propriedades antibacterianas e capacidade de vedamento.

3.4.1 Cimento Selador

A instrumentação do canal combinada com a guta-percha e o cimento biocerâmico ajudam alcançar excelente sistema hidráulico de obturação. Durante a reação de presa do material biocerâmico há criação de ligação química à parede do canal por hidroxiapatita e outros componentes entre a partícula de cerâmica no selante e as dos cones revestidos com cimento (Figura 6) (MALHOTRA; HEGDE; SHETTY, 2014).

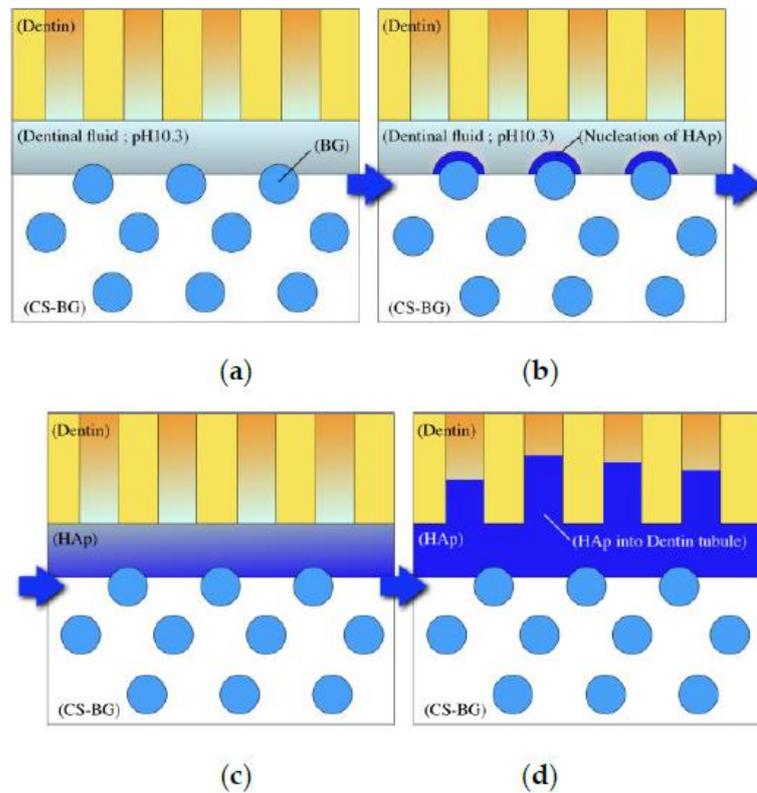


FIGURA 6 - Esquema do mecanismo proposto para a ligação de cimento selador – biocerâmico (CS-BG) à dentina. (a) Matriz CS-BG gera um pH de 10,3 no fluido dentário na interface cimento-dentina. (b, c) A matriz CS-BG exibe um propriedade anfifílica e facilita o crescimento de hidroxapatita (HAp). (d) Após a colagem com dentina, cristais HAp desenvolvem no túbulo dentinário.
 FONTE: WASHIO *et. al.*, 2019

Na obturação endodôntica, apesar da guta-percha apresentar maior proporção na obturação, o cimento endodôntico, não menos importante, impede a formação de lacunas e a penetração de microrganismos. Estes cimentos biocerâmicos induzem a formação de hidroxapatita semelhante à orgânica, sendo capaz de formar uma resposta regenerativa no corpo humano. (SILVA *et. al.*, 2020).

3.4.2 Retratamento endodôntico

Tratamentos piezoelétricos ultrassônicos e convencionais são duas técnicas que são usadas para remover o selante biocerâmico em combinação com guta-percha, nos quais o uso abundante de água concomitantemente ao ultrassom é indicado (MALHOTRA; HEGDE; SHETTY, 2014).

Os cimentos biocerâmicos devem ser usados como material de vedamento ao invés de preencher completamente o canal; pode ainda ser usado com um material de

núcleo central que facilita a recuperação, semelhante a uma guta-percha (MALHOTRA; HEGDE; SHETTY, 2014).

WASHIO *et. al.* (2019) mostraram estudos in vitro sobre a capacidade de remoção dos cimentos seladores através do método padrão de re-instrumentação e irrigação com uma solução de EDTA (figura 7).

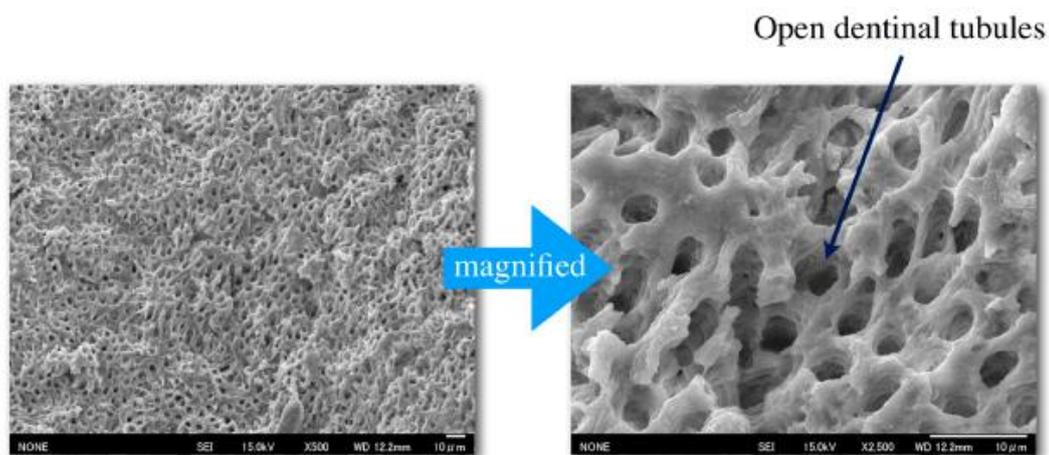


FIGURA 7 – Parede do canal radicular após remoção do cimento biocerâmico endurecido e irrigação com solução de EDTA. Túbulos dentinários foram observados em microscópio de varredura eletrônica, escala 10 μ m.

FONTE: WASHIO *et. al.*, 2019

3.4.3 Reparação Radicular

Os cimentos biocerâmicos são utilizados em reparos radiculares e apresentam-se em duas formas: pasta pré-misturada, semelhante à apresentação do cimento hidróxido de cálcio (Hydcal) ou em uma seringa pronta para uso. Como materiais de reparo de raízes, são fáceis de usar e fornecem uma mistura adequada. Apresentam inúmeras vantagens, como biocompatibilidade, alta resistência à lavagem e não contraem. Também exibe boas propriedades físicas. A seringa elimina a necessidade de instrumentos manuais e também de manipulação. O tamanho da partícula biocerâmica é inferior a 2 μ , portanto, pode ser fornecido por uma ponta capilar de 0,012 que permite o material pronto para uso ser colocado por seringa. Assim, a seringa elimina a necessidade de instrumentos manuais, com resistência à compressão de 50-70 MPa (MALHOTRA; HEGDE; SHETTY, 2014).

3.4.4 Cirurgia periapical

O motivo principal para se realizar a cirurgia é o fator microbiológico, este é apontado como a maior causa de falhas do tratamento endodôntico convencional. Tão importante quanto à confecção do retropreparo é a escolha adequada do material retrobturador, o qual deverá aderir às paredes dentinárias, promovendo o selamento do sistema de canais radiculares, ser biocompatível, atóxico, não carcinogênico, não ser reabsorvível, possuir boa estabilidade dimensional, ser radiopaco e insensível à umidade. Além de oferecer facilidade de manipulação e inserção (FRANÇA *et. al.*, 2019).

Biomateriais de fosfato de cálcio não são tóxicos e têm a vantagem de se tornar funcionalmente integrado ao osso sem encapsulamento fibroso. Eles estimulam o osso a se estender em áreas que ocupariam, devido às suas propriedades bioativas, fornecendo uma matriz física adequada para deposição de novo osso. O fosfato de cálcio bifásico inclui tanto o β -fosfato tricálcico como a hidroxiapatita. Os fosfatos de cálcio bifásico mantêm o potencial osteocondutor da hidroxiapatita junto com o controle sobre a capacidade de reabsorção do fosfato tricálcico. Hipoteticamente os fosfatos cerâmicos bifásicos têm duas funções principais que incluem iniciação do crescimento com diferenciação celular e propriedade osteoindutiva (MALHOTRA; HEGDE; SHETTY, 2014).

A escolha se deve a capacidade seladora, a qual deverá aderir as paredes cavitárias, promovendo o selamento do sistema de canais radiculares, ser biocompatível, atóxico, não carcinogênico, não reabsorvível, boa estabilidade dimensional, ser radiopaco e insensível a umidade. A figura 8 mostra a cicatrização após cirurgia paraendodôntica com uso do material obturação citado.

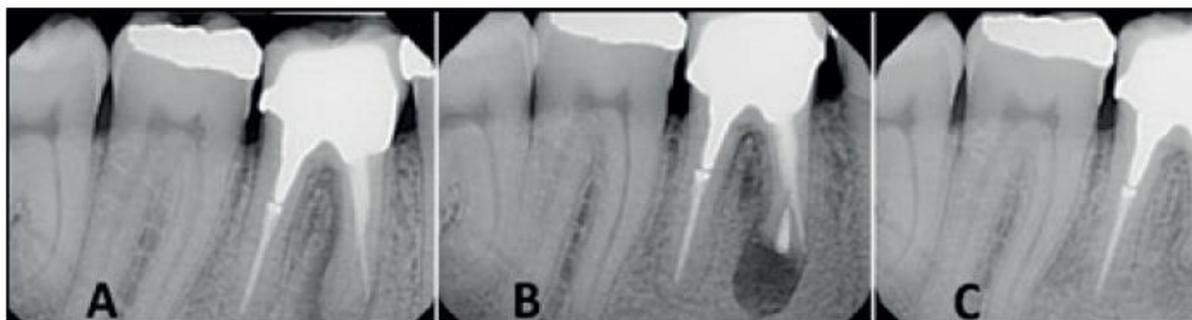


FIGURA 8 – (A) Primeiro molar inferior com lesão apical na raiz mesial, (B) após cirurgia periapical (apicectomia) (C) com obturação retrógrada com cimento biocerâmico e a regeneração da mesma lesão após 6 meses

FONTE: Koch et. al. (2012) *apud* FRANÇA, et. al (2019).

3.4.5 Capeamento pulpar

Os cimentos endodônticos bioativos pré-misturados são o material de escolha para capeamento pulpar e pulpotomia (MALHOTRA; HEGDE; SHETTY, 2014). A preservação da vitalidade pulpar utilizando esses materiais, garante a continuidade da dentinogênese com seus benefícios, maior resistência das paredes radiculares à fratura, menor diâmetro do forame apical além de criar condições ao longo do tempo para uma coroa pós retida com melhores resultados estéticos (figura 9).

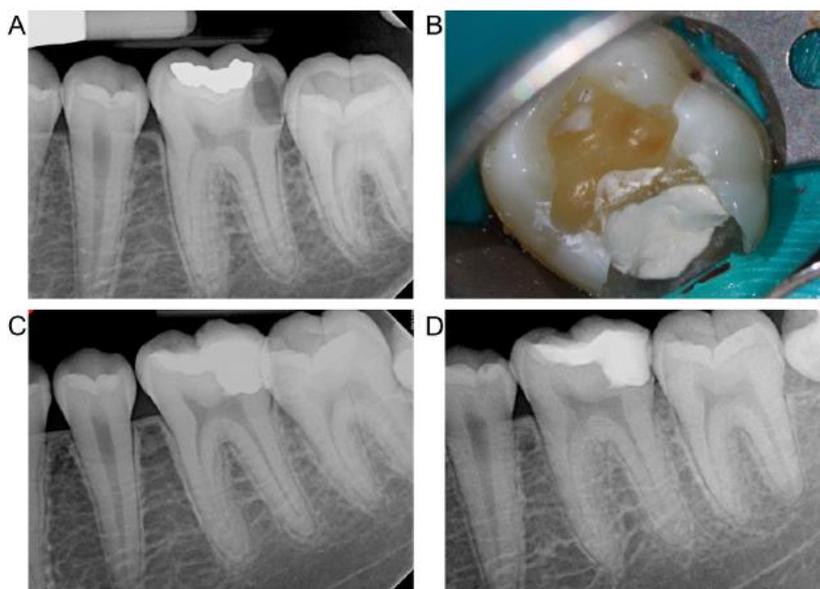


FIGURA 9 – Radiografia pré-operatória de exposição à cárie no dente 36. (B) Cobertura pulpar direta com BC Sealer. (C) Radiografia pós-operatória imediata. (D) Radiografia de acompanhamento - 6 meses.

FONTE: DEBELIAN; TROPE, 2016.

3.5 Biocerâmicos disponíveis para uso em Endodontia

3.5.1 *Mineral trioxide aggregate (MTA)*

O MTA é um dos materiais mais extensivamente pesquisados na área odontológica. Ele tem as propriedades de todos os biocerâmicos - ou seja, tem um pH alto, é biocompatível e bioativo, e fornece um excelente vedamento ao longo do tempo. Tem algumas desvantagens, como por exemplo, requer mistura, resultando em considerável resíduo, não é fácil de manipular e é difícil de remover do canal radicular, quando indicado. Clinicamente, tanto o MTA cinza quanto o branco mancham a dentina, devido ao grande conteúdo de metal do material ou a inclusão de sangue durante o manuseio. Por fim, é difícil de aplicar em canais estreitos, tornando o material pouco adequado para uso como um selador junto com gutapercha. Esforços para superar essas deficiências com novas composições de MTA ou com aditivos foram realizadas, mas, essas formulações afetam as características físicas e mecânicas MTA (DEBELIAN; TROPE, 2016).

3.5.2 *Biodentine*

Biodentine (Septodont) é considerado uma segunda geração dos materiais biocerâmicos. Ele tem propriedades semelhantes ao MTA e, portanto, pode ser usado para todos os aplicativos descritos acima para MTA. Suas vantagens sobre o MTA são: menor tempo de manipulação e inserção (aproximadamente 10-12 minutos) e tem resistência à compressão semelhante à dentina. Uma grande desvantagem é que misturado por 30 segundos em uma quantidade predefinida (cápsula), torna o desperdício inevitável (DEBELIAN; TROPE, 2016).

Suas interações com tecidos duros e moles levam a um selamento marginal evitando extravazamento e fornecendo proteção para a polpa subjacente induzindo a síntese de dentina terciária. É importante, ressaltar que esse material não precisa de nenhum condicionamento da superfície onde será aplicado. Pode ser cortado e remodelado como a dentina natural. Também pode ser usado como dentina

permanente em massa, para preencher a dentina perdida e não apenas como um material de cobertura da polpa. A superfície do Biodentine pode ser colada como a dentina natural com diferentes adesivos antes da aplicação final das resinas compostas (ABOUT, 2016).

3.5.3 Biocerâmicos prontos para uso

Em 2007, uma empresa canadense de pesquisa e desenvolvimento de produto (Innovative BioCeramix, Inc., Vancouver, Canadá), desenvolveu uma base de silicato de cálcio pré-misturado e pronto para usar (DEBELIAN; TROPE, 2016).

Desde 2008, esses produtos estão disponíveis na América do Norte na Brasseler USA, como: EndoSequence BC Sealer™, EndoSequence BC RRMTM (Root Repair Material™, uma pasta com seringa) e EndoSequence1 BC RRM-Fast Set Putty™ (Figura 10). Recentemente também foram comercializados como Totalfill1 BC Sealer™, TotalFill1 BC RRM Paste™ e TotalFill1 BC RRM Putty™ /Fast Putty™ (Figura 10) por FKG Dentaire, Suíça. Todas as três formas de biocerâmico são semelhantes em composição (silicatos de cálcio, óxido de zircônio, tântalo óxido, fosfato de cálcio monobásico e enchimentos), e têm excelentes propriedades mecânicas e biológicas e boas propriedades de manuseio. Eles são hidrofílicos, insolúveis, radiopacos e livres de alumínio com um pH alto, e requerem umidade para endurecer, em 2012 SHOKOUHINEJAD *et. al.* corroboram com esse achado. O tempo de presa do BC Sealer e BC RRM são mais de 30 min, e o tempo de cura é de 4 h em condições normais, dependendo da quantidade de umidade disponível. O EndoSequence introduzido recentemente BC RRM Fast-Set Putty tem todas as propriedades da massa, mas com um tempo de presa mais rápido (cerca de 20 min). Massas RRM e pasta são recomendadas para reparo de perfuração, cirurgia apical, tamponamento apical e terapia de polpa vital. Biocerâmico pré-misturado BC Sealer é o único puro disponível como cimento para obturação endodôntica. Tem a mesma composição química básica que outros produtos biocerâmicos pré-misturado, mas é menos viscoso, o que torna sua consistência ideal para o selamento de canais radiculares. É usado com uma ponta de guta-percha, que fica impregnada na

superfície com uma camada de nanopartículas de biocerâmico. A gutta-percha é usada principalmente como dispositivo de entrega (plugger) (Figura 12) para permitir o movimento hidráulico do cimento para dentro das irregularidades do canal radicular e canais acessórios (Figura 12). Curiosamente, quando não é excessiva e a ponta de gutta-percha é usada principalmente como um tampão para mover o cimento nas irregularidades do canal e canais acessórios, uma imagem radiográfica semelhante à técnica de condensação vertical clássica é frequentemente visualizada (Figura 13). Além disso, a superfície da parede do canal adere ao cimento eliminando um caminho crítico para os casos nos quais ocorra o vazamento coronal de micróbios através da restauração coronal com selamento defeituoso. A gutta-percha também é usada como via para pós-preparação ou para retratamento, se necessário (DEBELIAN; TROPE, 2016).



FIGURA 10: (A) EndoSequence obturation start kit by Brasseler USA. (B) EndoSequence gutta-percha pellets. (C) EndoSequence root repair materials (RRM). (D) EndoSequence RRM fast setting putty.

FORNTE: DEBELIAN; TROPE, 2016.



FIGURA 11: (A) Kit de obturação TotalFill da FKG Dentaire Suíça. (B) Cones de gutta-percha TotalFill. (C) Selador TotalFill RRM. (D) Massa TotalFill RRM e massa de cura rápida.
 FONTE: DEBELIAN; TROPE, 2016.

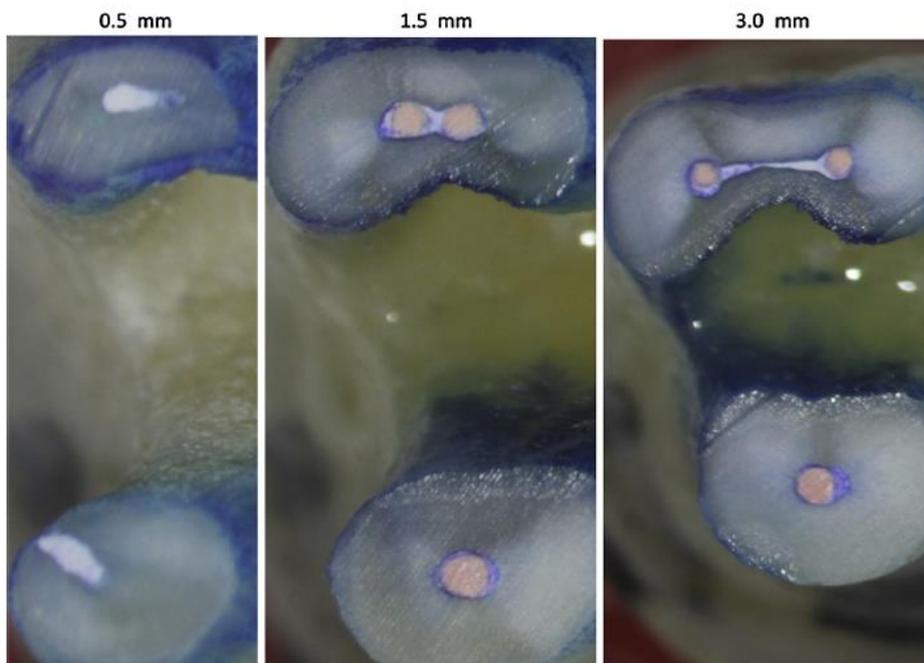


FIGURA 12: Raízes molares preenchidas com BC Sealer cortadas em diferentes distâncias do ápice (0,5 mm, 1,5 mm e 3 mm). Uma gutta-percha foi usada como um tampão (“plugger”) para mover o selador sob pressão hidráulica. Observe que as irregularidades estão muito bem preenchidas com o selante.
 FONTE: DEBELIAN; TROPE, 2016.



FIGURA 13: Uma radiografia mostra um dente obturado com o Biocerâmico Sealer pela técnica da compressão hidráulica com a ponta de guta-percha. Observe que a técnica hidráulica a frio resulta em "puffs" do canal lateral semelhantes à técnica vertical.
 FONTE: DEBELIAN; TROPE, 2016.

BHAVSAR *et.al.*, 2020 avaliaram em um estudo *in vitro* sobre a vedamento desses materiais em um período de 7 dias e 1 mês após a obturação dos canais. Como resultado encontraram que Neo MTA plus possui maior vedação seguido por BIODENTINE, Pro Root MTA e cimento de ionômero de vidro (GIC). Todos os três materiais bioativos, usados neste estudo, Pro Root MTA, BIODENTINE e Neo MTA plus têm melhor capacidade de selamento do que o GIC. Neo MTA plus, BIODENTINE exibiram vedação aprimorada com o passar do tempo, enquanto Pro Root MTA e ionômero de vidro exibiram capacidade de vedação reduzida, como se observa na figura 14. O resultado deste estudo sugere que Neo MTA plus e BIODENTINE devem ser a escolha para obturação de extremidades radiculares (Figura 15).

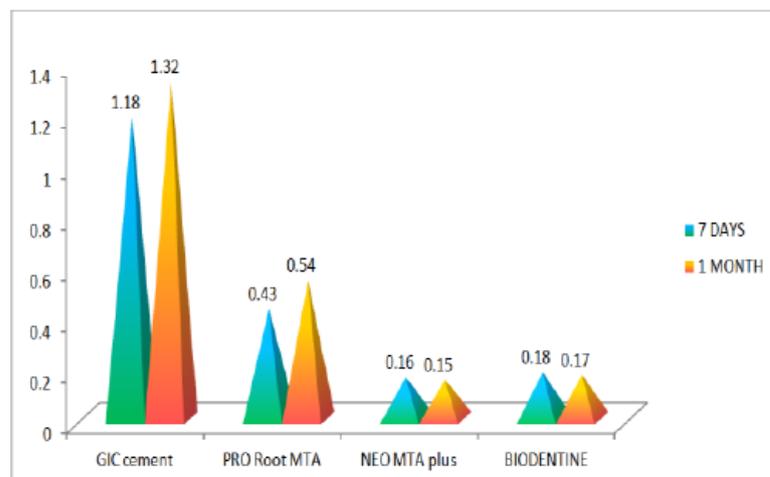


FIGURA 14: Comparação da penetração de corante entre diferentes materiais de obturação da raiz em sete dias e um mês.
 FONTE: BHAVSAR *et.al.*, 2020.

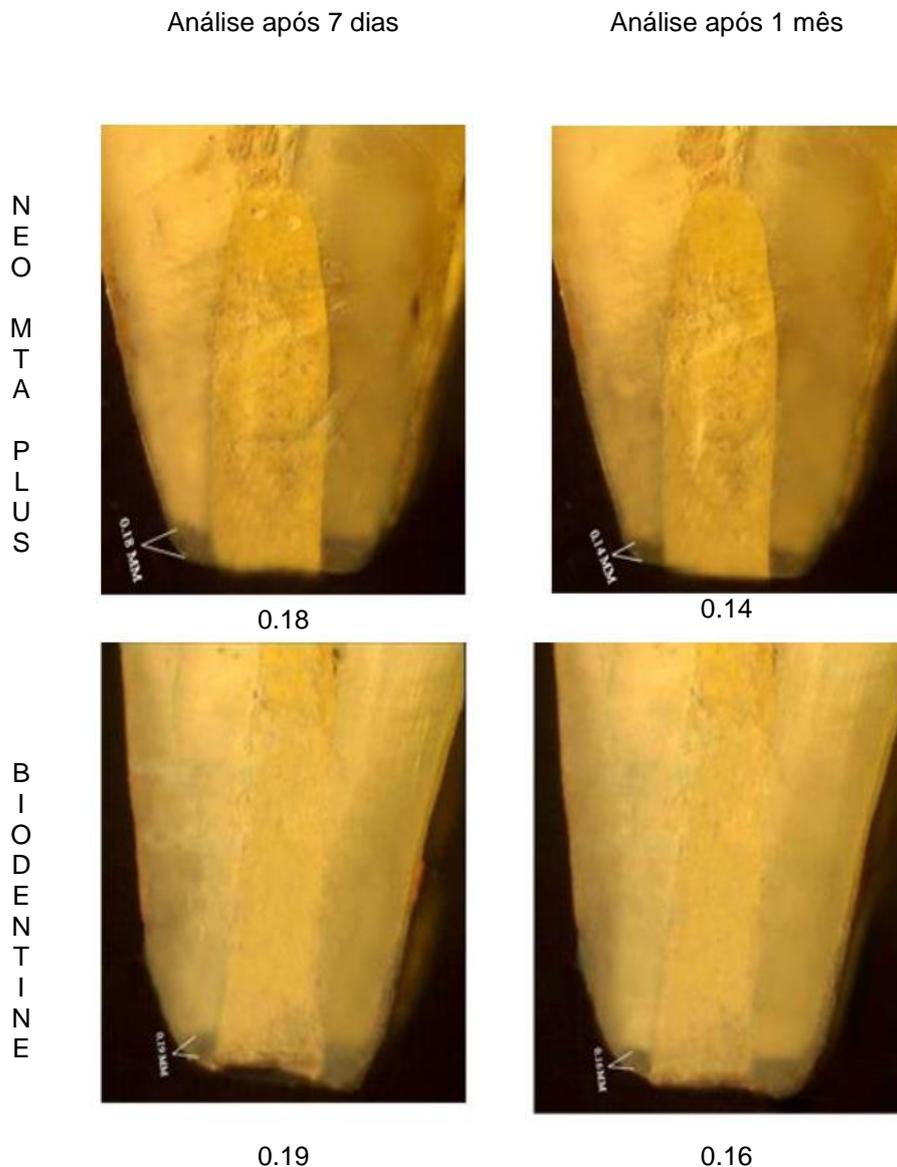


FIGURA 15: Análise do vedamento apical dos cimentos considerados melhores no estudo através da infiltração do corante azul de metileno a 1% como contraste e analisados com auxílio de estereomicroscópio com aumento de 2x em intervalos de 7 dias e 1 mês.

FONTE: DEBELIAN; TROPE, 2016.

3.6 Desvantagens

AL-HADDAD; AZIZ (2016) concluíram que cimentos de canais radiculares a base de biocerâmico apresentam resultados promissores como vedamento. No entanto, discrepâncias nos resultados revelam que esses selantes não cumprem todos os requisitos exigidos para um cimento endodôntico. Os efeitos de biocompatibilidade

e de biomineralização, segundo autores, podem ser alternativos para capeamento direto e obturação dos canais radiculares. Consideram que mais estudos são necessários para esclarecer os desfechos clínicos associados ao uso desses cimentos. SANZ *et. al.*, 2019 corroboram com essa consideração e relatam que os estudos na literatura se baseiam em avaliar a bioatividade do material biocerâmico investigando as células-tronco da polpa dentária, seguido pela enzima fosfatase alcalina (ALP). Ensaio de atividade enzimática e coloração com Vermelho de Alizarina (ARS) para avaliar o potencial de mineralização. O Mineral agregado de trióxido e Biodentine são os materiais de referência prevalentemente utilizados para comparar com os novos materiais introduzidos.

A remoção de EndoSequence Sealer e AH Plus foram comparados em um estudo de canais retratados com instrumentos manuais e com ProTaper de retratamento. Nenhum dos preenchimentos puderam ser removidos completamente dos canais radiculares. A tomografia micro-computadorizada mostrou que nenhuma das técnicas de retratamento removeram completamente a gutapercha / Selador iRootSP de canais ovais (DEBELIAN; TROPE, 2016).

Brandão (2017) *apud* SOUSA; LIMA; SALOMÃO (2020) descreveu como desvantagem a dificuldade de remoção desses materiais em um retratamento endodôntico devido à sua dureza e o maior tempo gasto no procedimento para remover a quantidade significativa de resíduos produzidos.

Em comparação com MTA, não há estudos *in vivo* suficientes para avaliar o biocompatibilidade e bioatividade de outros biocerâmicos à base de silicato de cálcio como Bioaggregate, Biodentine e especialmente iRoot BP / FS / SP em endodontia. Portanto, mais estudos *in vivo* são necessários no futuro. Os autores sugerem ainda que os experimentos sigam um padrão ouro na seleção dos animais para o experimento, bem como a avaliação dos parâmetros para superar essas falhas, assim como TORABINEJAD; PARIROKH; DUMMER (2018). Foi relatado que a doença sistêmica pode influenciar a eficiência do MTA em endodontia. Por exemplo, diabetes mellitus pode inibir mineralização na implantação subcutânea (de Azevedo *et al.*, 2018 *apud* SONG *et. al.*, 2020) e formação de ponte de dentina no

capeamento pulpar de rato (Garber *et al.*, 2009 *apud* SONG *et al.*, 2020). Então, quando as biocerâmicas à base de silicato de cálcio são aplicado em pacientes com doença sistêmica, o controle e o tratamento da doença sistêmica deve ser realizado antes de quaisquer procedimentos para melhorar o sucesso (SONG *et al.*, 2020).

4. Discussão

MALHOTRA; HEGDE; SHETTY em 2014 descreveram que os biocerâmicos agem pela criação de uma ligação adequada entre o material de preenchimento e a dentina, podendo formar hidroxiapatita. A presença de umidade nos túbulos dentinários afeta o tempo de presa do material. Esta disponibilidade de umidade no canal radicular vem do túbulo dentinário e é necessária para que a reação ocorra. Portanto, antes da obturação, a adição de umidade não é necessária. DEBELIAN; TROPE (2016) corroboram com a descrição e acrescentam que o mecanismo de ação ocorre através da fixação de células necessárias para a cicatrização, que estimulam produção de tecido de reposição. Em 2020, BHAVSAR *et al.* ressaltaram que cerâmicas bioativas são caracterizadas por uma superfície dinâmica. Em essência, isso é obtido após a formação de uma camada de fosfato de cálcio na superfície dos materiais. Se esta camada superficial estiver presente no momento da implantação, o sucesso da regeneração do tecido aumenta. Além disso, a bioatividade da cerâmica também influenciará a atividade de proteínas e células no ambiente circundante.

ZHOU *et al.* (2013) avaliaram a citotoxicidade dos biocerâmicos e concluíram que os materiais eram menos citotóxicos do que o cimento de ionômero de vidro. JAFARI; JAFARI; ETESAMNIA em 2017 encontram o efeito citotóxico nos primeiros períodos de contato com as células. Por outro lado, a viabilidade celular e a atividade da enzima ALP (alcalina fosfatase) aumentaram significativamente em períodos prolongados.

A maioria dos autores do estudo concluíram que cimentos a base de biocerâmico para canais radiculares apresentam resultados promissores para o vedamento. No

entanto, AL-HADDAD; AZIZ (2016) relataram discrepâncias nos resultados, nos quais esses cimentos não cumpriram todos os requisitos exigidos para um material ideal. Os efeitos de biocompatibilidade e de biomineralização, segundo os autores, podem ser alternativos para capeamento direto e obturação dos canais radiculares. Consideram que mais estudos são necessários para esclarecer os desfechos clínicos associados ao uso desses cimentos. SANZ *et. al.*, 2019 corroboram com essa consideração e relatam que os estudos na literatura se baseiam em avaliar a bioatividade do material biocerâmico investigando as células-tronco da polpa dentária, seguido pela enzima fosfatase alcalina (ALP). O Mineral agregado de trióxido e Biodentine são os materiais de referência prevalentemente utilizados para comparar com os novos materiais introduzidos.

MALHOTRA; HEGDE; SHETTY, 2014 mostraram que tratamentos piezoelétricos ultrassônicos e convencionais são duas técnicas que são usadas para remover o cimento biocerâmico em combinação com guta-percha, nos quais o uso abundante de água concomitantemente ao ultrassom é indicado. Em 2019, WASHIO *et. al.* estudaram *in vitro*, que o método padrão de re-instrumentação e irrigação com uma solução de EDTA também tem a capacidade de remover esses cimentos. Porém DEBELIAN; TROPE em 2016 compararam a remoção de EndoSequence Sealer e AH Plus em canais retratados com instrumentos manuais e com ProTaper de retratamento e concluíram que nenhum dos preenchimentos puderam ser removidos completamente dos canais radiculares. A tomografia micro-computadorizada mostrou que nenhuma das técnicas de retratamento removeram completamente a gutapercha / Selador iRootSP de canais ovais. Assim Brandão (2017) *apud* SOUSA; LIMA; SALOMÃO (2020) descrevem como desvantagem a dificuldade de remoção desses materiais em um retratamento endodôntico devido à sua dureza e o maior tempo gasto no procedimento para remover a quantidade significativa de resíduos produzidos.

Em 2018 TORABINEJAD; PARIROKH; DUMMER concluíram que não há estudos *in vivo* suficientes para avaliar a biocompatibilidade e bioatividade de outros biocerâmicos à base de silicato de cálcio como Bioaggregate, Biodentine e especialmente iRoot BP / FS / SP em endodontia comparado ao MTA no entanto,

sugerem mais estudos in vivo no futuro. Contrário a esse achado, DEBELIAN; TROPE (2016) relataram vários estudos in vitro em que esses materiais exibem biocompatibilidade e citotoxicidade semelhante ao MTA. Assim com HERNÁNDEZ *et. al.* (2019) que constataram que todos os materiais à base de silicato de cálcio analisados mostraram-se bioativos, devido ao fato de se formarem em sua superfície um precipitado no qual, segundo as análises realizadas, revelou possuir fosfato de cálcio amorfo, que atua como um precursor durante a formação da apatita carbonática.

5. Conclusão

Os materiais biocerâmicos são antimicrobianos, possuem propriedades de vedação, atóxicos e estimulam a cicatrização dos tecidos, que são características desejáveis para um cimento endodôntico. Assim esse material tem potencial para mudar as terapias de polpa vital e do canal radicular. Além de poder se tornar a escolha para capeamento pulpar, pulpotomia, reparo de perfuração, obturação de raízes e obturação com rizogênese incompleta com prognóstico mais favorável.

Referência bibliográfica

ABOUT, Imad. **Biodentine: from biochemical and bioactive properties to clinical applications**. Giornale Italiano di Endodonzia, n.30, p. 81-88, Itália, 2016.

AL-HADDAD, Afaf; AZIZ, Zeti A. Che Ab. **Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review**. International Journal of Biomaterials, p. 1-10, 2016.

BHAVSAR, Bhavika; RAMCHANDRAN, Remya; KHARAT, Neetu; SINGH, Shantwana; GAIDHANKAR, Sapnil. **A comparative Stereomicroscopic evaluation of bioactivity of diferente biomimetic root end filling materials – Na in vitro study**. International Journal of Medical Science and Diagnosis Research (IJMSDR), n.4, v. 4, p. 06-11, junho de 2020.

DEBELIAN, Gilberto; TROPE, Martin. **The use of premixed bioceramic materials in endodontics**. Giornale Italiano di Endodonzia, n. 30, p. 70-80, Itália, 2016.

FRANÇA, Glória Maria de; PINHEIRO, Juliana Campos; MORAIS, Everton Freitas de; LEITE, Rafaella Bastos; BARBOZA, Carlos Augusto Galvão; BUENO, Clóvis Stephano Pereira. **Uso dos Biocerâmicos na Endodontia: Revisão de Literatura**. Rev. Nova Esperança, n. 2, v. 17, p. 45-55, 2019.

HERNÁNDEZ, Margarita Trujillo; VENTURA, Rebeca E. Flores.; PORRAS Angélica Suárez; GONZÁLEZ, Leandro García; TORRES, Julián Hernández; PEREDO, Luis Zamora; FRANCO, José Luis Suárez. **Estudio comparativo de la bioactividad de dos materiales biocerámicos**. Int. J. Dent. Sc., n.21, v. 2, p. 63-72, 2019.

JAFARI, Farnaz; JAFARI, Sanaz; ETESAMNIA, Paria. **Genotoxicity, Bioactivity and Clinical Properties of Calcium Silicate Based Sealers: A Literature Review**. Iranian Endodontic Journal. n.4, v. 12, p. 407-413, 2017.

MALHOTRA, Sakshi; HEGDE, Mithra N.; SHETTY, Chitharanjan. **Bioceramic Technology in Endodontics**. British Journal of Medicine & Medical Research, n.12, v.4, p. 2446-2454, fevereiro, 2014.

MELIAN, Anca; MELIAN, Gabriel; SAVEANU, Catalina Iulia; SOLOMON, Sorina Mihaela; GIUROIU, Cristian Levente; SĂLCEANU, Mihaela. **In vivo Study of Use of Bioceramic Material in Open Crown-root Fractures**. Material Plastice, n.4, v. 56, p. 947 – 950, Bucuresti, Romania, 2019.

SANZ, José Luis; LOZANO, Francisco Javier Rodríguez; LLENA, Carmen; SAURO, Salvatore; FORNER, Leopoldo. **Bioactivity of Bioceramic Materials Used in the Dentin-Pulp Complex Therapy: A Systematic Review**. Materials, 12, p, 1-30, 2019.

SILVA, Douglas Ferreira da; SILVA, Livia Luiza Carvalho da; WANDERLEY, Camilla Tavares Barros; VASCONCELOS, Rafaela Andrade de. **Cimentos biocerâmicos em endodontia: revisão integrativa**. Research, Society and Development, n. 8, v. 9, p. 1-22, 2020.

SONG, Wencheng; SUN, Wei; CHEN, Lili; YUAN, Zhenglin. **In vivo Biocompatibility and Bioactivity of Calcium Silicate-Based Bioceramics in Endodontics**. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, v. 8, outubro, 2020.

SOUSA, Alanny Silva; LIMA, Henrique Melo; SALOMÃO, Marcos Botelho. **CIMENTOS MTA E BIOCERÂMICOS: revisão de literatura**. *Revista Cathedral* (ISSN 1808-2289), n. 3, v. 2, Caraçaí, Roraima, 2020.

SHOKOUHINEJAD, N; NEKOOFAR, MH; RAZMI, H; SAJADI, S; DAVIES, TE; SAGHIRI, MA; GORJESTANI, H; DUMMER, PMH. **Bioactivity of EndoSequence Root Repair Material and Bioaggregate**. *International Endodontic Journal*, 45, 1127–1134, 2012.

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**. *International Endodontic Journal*, 51, 284–317, 2018.

ZHOU, Hui-min; SHEN, Ya; WANG, Zhe-jun; LI, Li; ZHENG, Yu-feng; HEAKKINEN, Lari; HAAPASALO, Markus. **In Vitro Cytotoxicity Evaluation of a Novel Root Repair Material**. *J Endod*, n. 4, v. 39, p.:478–483, 2013.

WANG, Zhejun. **Bioceramic materials in Endodontics**. *Endodontic Topics*, n. 32, p. 3–30, abril, 2015.

WASHIO, Ayako; MOROTOMI, Takahiko; YOSHII, Shinji; KITAMURA, Chiaki. **Bioactive Glass-Based Endodontic Sealer as a Promising Root Canal Filling Material Without Semisolid Core Materials**. *Materials*. n.12, p. 1-17, 2019.