

FACULDADE ARNALDO
DANIELA MÁRCIA FRANÇA MARQUES

BIOCERÂMICOS: revisão de literatura

BELO HORIZONTE
2023

DANIELA MÁRCIA FRANÇA MARQUES

BIOCERÂMICOS: REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada no curso de Especialização em Endodontia da Faculdade Arnaldo, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Endodontia.

Orientadora: Prof^a. Dra. Sônia Teresa de Oliveira Lara Mendes.

BELO HORIZONTE

2023

DANIELA MÁRCIA FRANÇA MARQUES

BIOCERÂMICOS: REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada no curso de Especialização em Endodontia da Faculdade Arnaldo, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Endodontia.

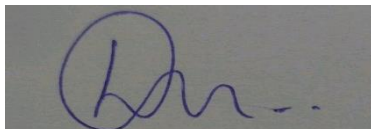
COMISSÃO ORGANIZADORA



Orientadora: Prof. Dra. Sônia Teresa de Oliveira Lara Mendes.



Examinador: Examinador: Prof. Marcelo Mangelli Decnop Batista



Examinador: Prof. Larissa Fernandes

Belo Horizonte, 01 de março de 2023.

RESUMO

Dentre os avanços aplicados à endodontia nas últimas décadas, o desenvolvimento dos materiais à base de silicato de cálcio proporcionou novas perspectivas de tratamento e resultados promissores e previsíveis em diversas aplicações clínicas. O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão de literatura acerca desses materiais. A leitura crítica e minuciosa dos artigos permitiu a construção do texto que explorou o conceito, composição, mecanismos de ação, vantagens, limitações e aplicações clínicas dos diversos biocerâmicos disponíveis na endodontia.

Palavras-chave: "Cimentos de Silicato de Cálcio", "Agregado de Trióxido Mineral" e "Cimentos Endodônticos".

ABSTRACT

Among the advances applied to endodontics in the last decades, the development of calcium silicate-based materials has provided new treatment perspectives and promising and predictable results in several clinical applications. The aim of this paper is to perform a literature review on these materials. A critical and thorough reading of the articles allowed the construction of a text that explored the concept, composition, action mechanisms, advantages, limitations and clinical applications of the several bioceramics available in endodontics.

Keywords: "Calcium Silicate Cements", "Mineral Trioxide Aggregate" e "Endodontic Cements"

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------------------|------------------------------------|
| MTA | agregado de trióxido mineral |
| Fe | ferro |
| Ca ⁺ | cálcio |
| OH ⁻ | hidroxila |
| CA(OH) ² | hidróxido de cálcio |
| IRM | material restaurador intermediário |
| HP | high plasticity |
| PUI | Irrigação ultrassônica passiva |

SUMÁRIO

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 2 OBJETIVOS..... | 11 |
| 2.1 Objetivo geral..... | 11 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 11 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 12 |
| 4 REVISÃO DE LITERATURA..... | 13 |
| 5 DISCUSSÃO | 23 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 26 |
| REFERÊNCIAS..... | 27 |

1 INTRODUÇÃO

O Trióxido Mineral Agregado (MTA) foi desenvolvido na Loma Linda University em 1993 com a finalidade de obturação da extremidade da raiz em cirurgias pararendodônticas e reparação de perfurações laterais ocorridas durante o tratamento endodôntico. A comunicação entre a estrutura dentária e os tecidos circundantes é um dos acidentes mais comuns que podem ocorrer durante o procedimento, provocando uma inflamação permanente nos tecidos adjacentes. (Lee *et al.*, 1993).

O MTA foi registrado como uma patente em 1995 (Torabinejad & White 1995), constituído em 50-75% de óxido de cálcio e 15-25% de dióxido de silício. Quando essas matérias-primas são misturadas, elas produzem silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico e aluminoferrita tetracálcica. Além disso, com a adição de água, o cimento hidrata para formar um gel de hidrato de silicato, sendo um material hidrofílico (Camilleri; Ford, 2006).

Desenvolvido permanentemente como um cimento para retrobturação e selamento de perfurações, o MTA também é usado para capeamento pulpar, pulpotomia, reabsorções radiculares e apicificação (Torabinejad *et al.*, 1999).

Sua primeira formulação foi apresentada na cor cinza, o que provocava uma alteração da cor dentária e, conseqüentemente, um defeito estético. O MTA branco foi lançado visando solucionar esse problema, reduzindo o ferro (Fe) de sua composição, resultando na redução da fase aluminoferrita, responsável pela cor cinza. Mas, a alteração de cor dos tecidos dentais está relacionada com o óxido de bismuto, utilizado como radiopacificador. Além disso, sua espatulação resultava em uma consistência arenosa de difícil manuseio (Dreger *et al.*, 2011; Marciano *et al.*, 2014).

Os materiais biocerâmicos possuem propriedades significativas e apresentam-se principalmente como cimentos reparadores (Silva *et al.*, 2017) e cimentos obturadores (Chybowski *et al.*, 2018). A composição em geral dos biocerâmicos contém silicato de cálcio, hidróxido de cálcio, fosfato de cálcio, partículas de alumina, vidros bioativos, cerâmicas de vidro, óxido de zircônio e hidroxiapatita.

Possuem boa capacidade de selamento, pH alcalino, são atóxicos, têm atividade antibacteriana, antimicrobiana, radiopacidade, biocompatibilidade e outros. São considerados bioativos, pois podem interagir com tecidos circundantes e promover a osteogênese (Gandolfi et al.,2017).

Sendo assim, algumas das grandes vantagens dos materiais biocerâmicos estão relacionadas com suas atividades físicas, químicas e estabilidade no ambiente biológico. A bioatividade dos biocerâmicos é umas das propriedades mais vantajosas desse material e pode estar relacionada com a liberação de íons cálcio (Ca^+) (Zordan-Bronzel *et al.*, 2019).

Recentemente, inúmeros estudos constataam o uso do MTA e demais biocerâmicos como “padrão-ouro” na resolução de situações clínicas específicas. O material além de ser biocompatível, é hidrofílico, possui pH alcalino, baixa solubilidade, ligeira expansão de presa, capacidade superior de vedamento e bioatividade. Essas propriedades físicas, químicas e biológicas estão relacionadas ao sucesso clínico, uma vez que têm capacidade de induzir odontogênese e cementogênese, além de liberar constantemente íons cálcio (Ca^+).

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar o uso dos biocerâmicos nos tratamentos endodônticos e revisar os principais aspectos sobre seu emprego na Endodontia.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o uso dos biocerâmicos na endodontia.

2.2 Objetivos específicos

a) revisar os principais aspectos sobre o uso dos biocerâmicos na endodontia.

b) caracterizar as vantagens e desvantagens dos materiais biocerâmicos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma busca na literatura científica através das bases de dados Pubmed, SciELO, Lilacs e Cochrane Library, com as palavras-chaves “Calcium Silicate Cements”, “Mineral Trioxide Aggregate” e “Endodontic Cements” na língua inglesa. Foram pesquisados 48 artigos dos últimos 29 anos (1993-2022), sendo selecionados estudos experimentais, relato de caso clínico e revisões sistemáticas.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 MTA

O MTA foi desenvolvido na Universidade de Loma Linda na década de 90 e possui várias aplicações clínicas como: capeamento pulpar direto, pulpotomia, reparação de perfuração radicular, reparação de reabsorções internas, retroobturação, entre outras (Torabinejad *et al.*,2010). Devido a sua composição ser uma mistura de óxidos, o cimento possui excelente biocompatibilidade, bioatividade, propriedade antibacteriana, boa capacidade de vedamento e estimula a formação de tecido mineralizado quando em contato com as estruturas adjacentes (Galarça *et al.*,2018).

Roberts *et al.* (2008) publicaram um estudo confirmando as similaridades entre o cimento de Portland, usado na construção civil, e o MTA. Ambos consistem em uma mistura de silicato dicálcico, silicato tricálcico, aluminato tricálcico, gesso e aluminoferrita tetracálcico. Porém, a formulação possui algumas diferenças, como por exemplo a quantidade de gesso e de aluminoferrato tetracálcio, conferindo diferentes tempos de presa nos materiais. Além disso, o MTA possui partículas menores, menos metais pesados tóxicos, maior tempo de trabalho e parece ter passado por processamento/purificação adicional do que os cimentos Portland regulares.

Parirokh *et al.* (2010) também realizaram um estudo comparativo entre o cimento de Portland e o MTA e foi possível confirmar algumas diferenças entre ambos além das já citadas anteriormente. As principais diferenças foram ausência de potássio e a presença do óxido de bismuto. A adição do óxido de bismuto teve como função dar radiopacidade ao material, possibilitando sua identificação nos exames radiográficos.

A primeira marca comercial foi chamada de ProRoot MTA, fabricado pela Dentsply Tulsa, OK, EUA, e era composto principalmente do cimento de Portland e indicado clinicamente como material de reparo radicular (Al – Hezaimi *et al.*, 2006).



Fonte: www.semanticscholar.org

Em relação a microdureza do material, Saghiri *et al.* (2008) verificaram em um estudo *in vitro* que a mesma é afetada de acordo com a forma de armazenamento e temperatura que são mantidos, e concluíram que o aumento da temperatura provoca uma diminuição da porosidade e aumenta a microdureza. Bolhari *et al.* (2014), por sua vez, concluíram que a exposição dos cimentos a um ambiente com pH ácido diminui sua microdureza e aumenta a porosidade. Porém, em um meio com pH ácido, o cimento ProRoot MTA apresentou valores mais altos de microdureza quando comparado ao BioAggregate e ao Cem Cement.

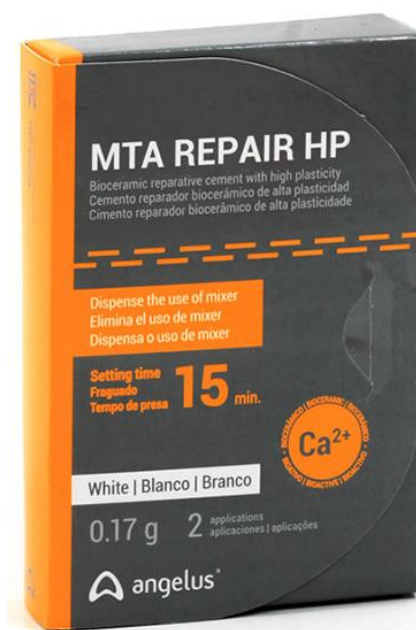
Gandolfi *et al.* (2010) realizaram um estudo comparando três tipos de cimentos a base de MTA e concluíram que a bioatividade desses materiais os torna capazes de serem empregados em diversas aplicações clínicas na odontologia, induzindo uma rápida regeneração óssea e reparação da polpa.

Dreger *et al.* (2011) comprovaram a bioatividade do MTA através da liberação de componentes no tecido e estimulando a deposição mineral na interface cimento-dentina e no interior dos túbulos dentinários. Quando o material é bioativo ocorre uma série de reações biofísicas e bioquímicas capazes de liberar íons cálcio que reagem com os íons de fosfato do fluido do tecido resultando em fosfato de cálcio, evoluindo para a formação de apatita e estimulando a formação de tecido mineralizado.

Em relação a capacidade de vedamento do MTA, Lee *et al.* (1993) observaram através de um estudo *in vitro*, a composição constituída por um pó de partículas finas que são hidrofílicas e que na presença do meio aquoso formam um gel coloidal que se solidifica no período de três a quatro horas. Devido a sua característica hidrofílica, o MTA se comporta bem em ambientes úmidos com fluidos e presença de sangue.

O MTA era comercializado em duas versões, o MTA cinza e o MTA branco, sendo este produzido com o intuito de melhorar as características estéticas do material, já que o MTA cinza causava alteração da coloração dental (Torabinejad *et al.*, 1995). Em 2006, Al – Hezaimi *et al.*, investigaram a ação antifúngica do MTA branco e cinza contra a *Candida albicans* e foi constatado que ambos exercem ação antifúngica por até sete dias. Contudo, o MTA de cor branca foi eficaz apenas em concentrações maiores (por exemplo 50mg/ml e 25mg/ml). Zhang *et al.* (2009) publicaram um estudo *in vitro* comprovando a capacidade antimicrobiana do MTA em baixas concentrações contra o *Enterococcus faecalis*. No entanto, observou-se que o MTA Cinza mostrou maior eficácia contra do *Enterococcus faecalis* quando comparado com o MTA branco.

Cintra *et al.* (2017) publicaram um estudo que mostra a semelhança entre a citotoxicidade, biocompatibilidade e biomineralização do MTA HP em comparação ao MTA branco. A grande diferença da antiga formulação do MTA branco e do MTA HP é o plastificador em seu líquido que promove maior plasticidade e um manejo e inserção facilitados no local do reparo. Além disso, os autores acreditam que o tungstênio de cálcio que funciona como radiopacificador promove maior liberação de cálcio e maior resistência do material, além de contribuir para o não manchamento da coroa.



Fonte: www.dentalcremer.com.br

4.2 BIOCERÂMICOS REPARADORES

De Deus et al. (2009) apuraram a biocompatibilidade dos biocerâmicos versus MTA e concluíram que apresentam grandes semelhanças quanto as suas composições, propriedades físico-químicas e ações antibacterianas e antifúngicas, ressaltando que se tratam de gerações diferentes do mesmo material.

O Biodentine (Septodont, St, Maur- dess- Fonsse, França) é um cimento bioativo com amplas aplicações incluindo reparações endodônticas. Introduzido no ano de 2010, apresenta-se em um formato de pó – líquido que se mistura com um amalgamador durante 30 segundos. É um material biocompatível, possui resistência à compressão e flexão, atividade antibacteriana e antifúngica (Kaur *et al.*,2017). O Biodentine é um material relativamente novo, seu pó é composto principalmente por silicato de cálcio. O líquido contém cloreto de cálcio, que acelera seu endurecimento, e possui também um redutor de água (super plastificante) que diminui a viscosidade do cimento. O material possui diversas aplicações clínicas como: reabsorções internas e externas, pulpotomia, apexificação, perfuração, entre outras (Soundappan *et al.*,2013). Silva *et al.* (2017) publicaram um estudo *in vivo* demonstrando o selamento e das perfurações na região de furca com Biodentine (Septodont, St, Maur- dess- Fonsse, França) e observaram que houve a reparação pela formação do tecido mineralizado em quase todos os casos, bem como ausência de reabsorção óssea na região da perfuração.



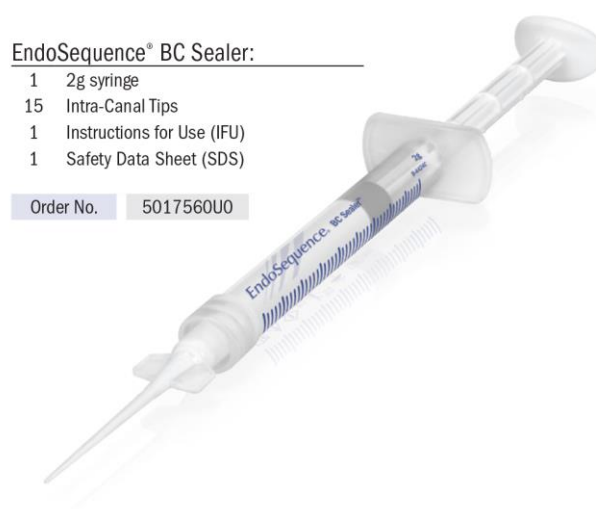
Benetti et al. (2019) investigaram o Bio C Repair (Angelus Industria de Odontológicos S/A, Londrina, Paraná), que foi inserido no mercado recentemente, sendo classificado com um biocerâmico de terceira geração. O produto é disponibilizado em uma seringa rosqueável e já vem pronto para uso, descartando a etapa de manipulação. O Bio C Repair apresenta uma adição de óxido de zircônia ao material silicato de cálcio aumentando sua resistência a compressão e sua atividade antimicrobiana. Sua citocompatibilidade, biocompatibilidade e capacidade de biomineralização são semelhantes ao MTA HP e MTA branco. Toubes et al. (2020) relataram dois casos clínicos de perfuração lateral no terço cervical médio na raiz de dois incisivos superiores com calcificação pulpar. Em ambos os casos, os dentes foram tratados com o Bio C Repair e apresentaram-se assintomáticos após um ano de tratamento. O Bio C Repair é um cimento reparador composto principalmente de carbono e oxigênio e com uma menor concentração de cálcio quando comparado com outros biomateriais. Essa composição pode estar relacionada a uma maior capacidade de reparação de tecidos.



Fonte: www.suryadental.com.br

4.3 BIOCERÂMICOS OBTURADORES

Chybowski *et al.* (2018) investigaram o comportamento do cimento biocerâmico obturador EndoSequence Bioceranic Sealer (BC; Brasseler USA, Savannah, GA) e pontuaram que ele apresenta propriedades desejáveis como biocompatibilidade, estabilidade química, fluidez superior, ligeira capacidade de expansão e satisfatória radiopacidade. Além disso, possui efeito antibacteriano contra bactérias que são resistentes ao processo de desinfecção como o *Enterococcus faecalis*.



Fonte: [EndoSequence® BC Sealer™ - Brasseler USA - Dental \(brasselerusadental.com\)](http://brasselerusadental.com)

O Bio C Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brasil) é um cimento endodôntico biocerâmico à base de silicato de cálcio. As principais vantagens dos materiais biocerâmicos estão relacionadas às suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Os biocerâmicos são biocompatíveis, não tóxicos e quimicamente estáveis no ambiente biológico. Possui pH básico, tempo de presa de 4 horas, bioatividade, e radiopacidade adequada. A alta solubilidade dos cimentos à base de silicato de cálcio pode ser considerada uma desvantagem, mas seu potencial bioativo é uma consequência da sua solubilidade que libera hidroxila e íons cálcio, corroborando com o pH alcalino e promovendo assim a cura apical. (Zordan – Bronzel *et al.*, 2019). Alves Silva *et al.* (2020) investigaram as propriedades físico – químicas do Bio C Sealer e pontuaram que o cimento apresenta menor tempo de presa e maior solubilidade mas com baixa alteração dimensional.



Fonte: Cimento Endodôntico Bio-C Sealer - Angelus (dentalcremer.com.br)

O Bio Root é um cimento endodôntico desenvolvido exclusivamente para a obturação de canais. Composto por pó à base de silicato tricálcico e excipientes e o líquido composto por cloreto de cálcio, sua formulação foi elaborada afim de facilitar sua manipulação e evitar a descoloração dos dentes. Possui potencial bioatividade, capacidade de induzir a osteogênese e a angiogênese que são pré requisitos para a regeneração dos tecidos periodontais (Camps *et al.*, 2015). Urban *et al.* (2018) publicaram um estudo in vitro que reafirma a bioatividade e biocompatibilidade do cimento endodôntico BioRoot. Além disso, comprova a alta solubilidade e pH alcalino do material.



Fonte: [Safco Dental Supply](http://SafcoDentalSupply)

4.4 APLICAÇÕES CLÍNICAS

Toubes *et al.* (2020) realizaram um caso clínico em que o paciente apresentava inchaço persistente na região do elemento doze (incisivo lateral superior direito). Os exames radiográficos foram realizados e sugeriram a presença de um posto intracanal desviado para o dente vestibular doze. Após localização da perfuração que , retratamento e colocação de hidróxido de cálcio como medicação intracanal, o elemento foi selado provisoriamente com Coltosol (Coltene, Whaledent, EUA). Após quatorze dias a medicação foi removida, o canal foi obturado com Bio C Sealer (Angelus, Londrina, Brasil) e a perfuração estava livre de hemorragia e foi selada com Bio C Repair (Angelus). Os exames clínicos e radiográficos do ano seguinte indicaram a cicatrização da lesão, e não indicaram sintomas.

Candeiro *et al.* (2022) realizaram uma intervenção em um paciente que já havia passado por um atendimento odontológico e iniciado tratamento endodôntico no elemento quarenta e cinco (segundo pré - molar inferior direito). Após exames clínicos e radiográficos foi confirmada uma perfuração radicular. Após localização da entrada dos canais e da perfuração, os canais foram instrumentados e irrigados, a medicação intracanal com hidróxido de cálcio foi cuidadosamente inserida nos canais e na região da perfuração. Após dias o paciente retornou sem desconforto. Após a remoção da medicação e irrigações necessárias, o selamento da perfuração foi realizado com MTA cinza (Angelus Ind. Prod. PR. Brasil) e em seguida a obturação dos canais.

Menezes *et al.* (2005) publicaram o tratamento de uma perfuração do elemento trinta e sete (segundo molar inferior esquerdo). Paciente relatou que o cirurgião – dentista que o atendeu não conseguiu localizar os canais do dente devido a uma intensa hemorragia. Após exames clínicos e radiográficos foi detectada uma perfuração. Após controle de hemorragia e irrigação a perfuração foi selada com MTA. Após dois dias o paciente retornou para o tratamento dos canais e a obturação foi realizada com Sealer 26 (Dentsply, Petrópolis, Brasil). Após trinta dias o paciente retornou assintomático. Após seis meses o dente permaneceu assintomático.

Mazorra *et al.* (2019) publicaram uma reintervenção de um retratamento endodôntico do elemento 11. Durante o exame clínico foi observado um sangramento vindo do interior do conduto, realizou-se exame radiográfico e constatou uma perfuração radicular no terço apical. Foi feito o preparo biomecânico, irrigação com clorexidina gel 2%, medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio. A medicação foi renovada a cada 21 dias por um período de 4 meses. Notou-se uma remissão dos sinais e sintomas dolorosos. Após esse período, foi realizada a obturação utilizando o biocerâmico Bio C Sealer (Angelus, Brasil). Após 12 meses, foi realizado exame radiográfico e tomográfico evidenciando a completa formação óssea.

Pessotti, Vanessa (2020) publicou um relato de caso clínico de retratamento endodôntico do dente 22 (incisivo lateral esquerdo). Durante do exame radiográfico foi verificado uma imagem radiolúcida em forma de balão no elemento 21 (incisivo central esquerdo). O paciente não apresentava sintomatologia e relatou apenas que havia recebido uma cabeçada do filho há dois anos. Foi solicitado um exame tomográfico para confirmação de diagnóstico. Após exames clínicos, radiográficos e tomográficos estabeleceu-se o diagnóstico de reabsorção radicular interna, sem comunicação externa. Foi realizado o tratamento endodôntico do elemento 21, irrigação com hipoclorito de sódio a 5%, seguido de EDTA a 17%, ambos com irrigação ultrassônica passiva (PUI) e Easy Clean. Em seguida foi usado como medicação intracanal uma pasta de hidróxido de cálcio. Após quinze dias foi realizada a obturação final com cone de guta - percha e preenchimento da cavidade reabsortiva com Bio-C Repair (Angelus, Londrina, Brasil).

Vidal *et al.* (2016) realizaram uma reintervenção em um paciente que já havia passado por um tratamento no incisivo central superior esquerdo (elemento 21). Paciente apresentava dor a mastigação, sensibilidade à percussão e foi observada mobilidade grau I. Durante o exame radiográfico foi observada uma fratura na coroa. Foi proposto uma apexificação, pois o diâmetro ápice aberto não era superior a 1mm. Foi realizado o retratamento e o canal foi irrigado abundantemente com hipoclorito de sódio a 2,5%, como medicação intracanal foi utilizado uma pasta de hidróxido de cálcio. Após duas semanas o paciente retornou para a sessão final de após irrigação abundante e secagem

do canal, foi colocada uma membrana de colágeno absorvível na porção apical do canal. Foi utilizado o Biodentine (Septodont, St Maur des Fosses, França) como material de escolha e sua preparação seguiu as instruções do fabricante. O material foi inserido no interior do canal, após 12 minutos o canal foi obturado com guta- percha e cimento AH Plus (Dentsply de Trey, Konstanz, Alemanha). Foi realizado um acompanhamento durante três, seis e dezoito meses e o elemento permaneceu assintomático.

5 DISCUSSÃO

Diante de numerosos estudos apresentados anteriormente, o agregado de trióxido mineral é indicado tradicionalmente como um material de reparação de perfurações endodônticas. Possui também outras aplicações clínicas como: capeamento pulpar direto, pulpotomia, reparação de reabsorções internas, retroobturação entre outras (Torabinejad *et al.*,2010).Sua composição é uma mistura de óxidos e possui excelente biocompatibilidade (Galarça *et al.*,2018; Roberts *et al.*, 2008). Muitos estudos também confirmam a similaridade da composição entre o cimento de Portland e o MTA, sendo as principais diferenças entre os dois materiais a ausência de potássio e a presença do óxido de bismuto. Além disso, o MTA possui partículas menores, menos metais pesados e parece ter passado por processamento / purificação.(Roberts *et al.*, 2008; Parirokh *et al.*,2010). Roberts *et al.* (2008) concluíram que o MTA é uma derivação do cimento de Portland, mas não são materiais idênticos. Já Parirokh et al. (2010) contudo, relatam que o cimento de Portland é um material mais barato e que devido a sua semelhança química algumas investigações sugeririam que ele fosse um substituto para o MTA. No entanto, são relatadas muitas diferenças em termos de expansão de fixação, composição química, porosidade, resistência à compressão, radiopacidade e outros.

A bioatividade também é uma característica muito importante, pois o MTA apresenta a possibilidade de formação de hidróxidoapatita promovendo assim uma regeneração óssea (Gandolfi *et al.*,2010; Dreger *et al.*,2012). Um material bioativo é capaz de interagir com tecidos vivos estimulando a produção de hidróxiapatita induzindo assim a formação óssea.

A microdureza é a avaliação dos materiais em relação a deformação e essa propriedade é influenciada por vários fundamentos como à resistência à tração, módulo de elasticidade e outros. O teste de microdureza é realizado com o intuito de avaliar a qualidade e o processo de hidratação. Estudos relatam que a microdureza é diretamente afetada pela forma de armazenamento e temperatura que o MTA é exposto. Sendo que o aumento da temperatura provoca uma diminuição da porosidade e aumento da microdureza. Quando exposto em um ambiente com pH ácido, o MTA sofre uma diminuição de

microdureza e aumento de sua porosidade (Saghiri *et al.*,2008; Bolhari *et al.*, 2014).

Os biocerâmicos e o MTA apresentam uma composição semelhante e ações antibacterianas e antifúngicas (De – Deus *et al.*, 2009). Muitos estudos também enfatizam a capacidade antimicrobiana que o MTA apresenta, ou seja, possui a capacidade de inibir e/ou reduzir o crescimento de bactérias e fungos. Ressalta-se que essa característica se detém a alguns grupos de microrganismos como o *Enterococcus faecalis* e *Candida albicans* (Zhang *et al.*,2009; Al – Hezaimi *et al.*,2006). Al-Hezaimi *et al.* (2006) avaliaram a atividade antifúngica contra *Candida albicans* do MTA de cor branca e o MTA de cor cinza e apesar dos materiais apresentarem biocompatibilidade e características clínicas similares, as concentrações mais diluídas do MTA branco afetam sua ação antifúngica. A diminuição de seu efeito antifúngico pode estar relacionada as diferenças químicas como a quantidade de ferro que é consideravelmente menor no MTA branco. Zhang *et al.* (2009) avaliaram a ação antibacteriana do BioAggregate (Innovative Bioceramix, Vancouver, BC, Canadá) e ProRoot MTA (Dentsply/ Tulsa Dental, Tulsa, Ok), ambos foram efetivos contra o *Enterococcus faecalis* após um curto período de exposição.

Devido ao seu comportamento satisfatórios em ambientes úmidos e com fluídos e por apresentar um excelente vedamento, o MTA tem se tornado o material de primeira escolha para tratamento de perfurações (Lee *et al.*,1993).

Os biocerâmicos são disponibilizados no mercado como cimentos reparadores e cimentos obturadores. São materiais biocompatíveis, bioativos, tendo a capacidade de promover uma resposta tecidual induzindo a regeneração óssea. Além disso, não são tóxicos, possuem atividade antimicrobiana e antifúngica (Silva *et al.*,2017; Chybowski *et al.*,2018; Gandolfi *et al.*,2017). Diversos estudos já foram realizados com o intuito de confirmar a bioatividade dos biocerâmicos. Sabe-se que os biocerâmicos formam o $Ca(OH)_2$ (hidróxido de cálcio) como produto de sua reação de presa que se dissocia em íons cálcio e hidroxila. Isso resulta em uma elevação do pH corroborando com um ambiente alcalino e promovendo a cura apical (Zordan – Bronzel *et al.*,2019; Camps *et al.*, 2015; Urban *et al.*, 2018).

O Biodentine é um cimento endodôntico reparador semelhante ao MTA tanto em sua composição quanto as suas aplicações clínicas. Composto por pó e líquido, necessita de um amalgamador para sua mistura. Possui ação antibacteriana e antifúngica. Suas principais indicações clínicas incluem: tratamento de reabsorções internas e externas, perfurações, pulpotomias e outros. (Kaur *et al.*,2017; Soundappan *et al.*,2013; Silva *et al.*,2017). Kaur *et al.* (2017) realizaram uma análise comparativa em relação as propriedades do MTA e Biodentine. O Biodentine é um novo cimento bioativo formulado utilizando a mesma tecnologia à base de MTA. Apresenta menor porosidade em relação ao MTA pelo fato de possuir menor teor de água na fase de mistura, menor radiopacidade, maior resistência à compressão e outros. Soudappan *et al.* (2013) avaliaram e compararam a adaptação marginal e a capacidade de vedação do Biodentine em relação ao MTA e ao material restaurador intermediário (IRM). Concluíram que tanto o MTA quanto o IRM eram superiores ao Biodentine em termos de adaptação marginal em restaurações retrogradadas.

Para se ter um bom prognóstico ao selar a uma perfuração é preciso levar em consideração o local onde ocorreu, o tempo decorrido desde então e o material para o seu selamento. O Bio C Repair é um biocerâmico reparador de terceira geração que já vem pronto para uso e apresenta biocompatibilidade e capacidade de biomineralização semelhantes ao MTA HP e MTA branco. Composto principalmente de carbono e oxigênio e com uma menor concentração de cálcio sua composição pode estar relacionada a uma maior capacidade de reparação de tecidos (Benetti *et al.*,2019; Toubes *et al.*, 2020).

Por apresentarem um bom vedamento e boa solubilidade, o que permite que as partículas líquidas entrem em contato com os íons cálcio, acelerando a presa e deixando o ambiente mais alcalino, os cimentos biocerâmicos obturadores possuem um padrão de excelência para o tratamento endodôntico. Além disso, possuem potencial bioatividade, capacidade de induzir a osteogênese e a angiogênese que são pré requisitos para a regeneração dos tecidos periodontais. Os cimentos EndoSequence Bioceramic Sealer (BC; Brasseler USA, Savannah, GA), Bio C Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brasil) e BioRoot são considerados materiais de excelência na endodontia. (Chybowski *et al.*, 2018; Zordan – Bronzel *et al.*,2019; Camps *et al.*, 2015; Urban *et al.*, 2018).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos estudos sobre os cimentos biocerâmicos encontrados na literatura, tanto obturadores quanto reparadores, são materiais promissores no tratamento endodôntico e apresentam excelentes propriedades físico-químicas, biocompatibilidade, capacidade antimicrobiana, PH alcalino, facilidade de aplicação, boa radiopacidade, menor tempo de presa, entre outros.

O uso dos biocerâmicos na Endodontia pode oferecer grande contribuição ao prognóstico do tratamento endodôntico.

REFERÊNCIAS

Al-Hezaimi, Khalid *et al.* Comparação da atividade antifúngica do agregado mineral trióxido (MTA) de cor branca e cinza em concentrações semelhantes contra *Candida albicans*. **Journal of Endodontics**, Volume 32, Edição 4, 365 – 367, abr. 2006.

BENETTI, Francine *et al.* Cytotoxicity, Biocompatibility and Biomineralization of a New Ready-for-Use Bioceramic Repair Material. **Brazilian Dental Journal**. Belo Horizonte, p. 325-332. ago. 2019.

Bolhari, Behnam *et al.* Ácido e Microdureza de Agregados de Trióxido Mineral e Agregados de Trióxido Mineral – Materiais Similares. **Journal of Endodontics**, Volume 40, Edição 3, 432 – 435, jan. 2014.

Camilleri, J. and Ford, T.R.P. Mineral Trioxide Aggregate: A Review of Constituents and Biological Properties of the Material. **Revista Internacional de Endodontia**, 39, 747-754, 2008.

Camps, Jean *et al.* Bioatividade de um Cimento Endodôntico à Base de Silicato de Cálcio (BioRoot RCS): Interações com Células do Ligamento Periodontal Humano In Vitro. **Journal of Endodontics**, Volume 41, Edição 9, 1469 – 1473, mai. 2015.

Candeiro, George T. *et al.* Tratamento de Perfuração Radicular Cervical com o uso de MTA - relato de caso. *Research, Society and Development*, Volume , nº 2, 2022.

Chybowski, Elizabeth A. *et al.* Desfecho Clínico do Tratamento de Canais Não Cirúrgicos Utilizando uma Técnica de Cone Único com Seladora Biocerâmica de Endossequência: Uma Análise Retrospectiva. **Journal of Endodontics**, Volume 44, Edição 6, 941 – 945, mar. 2018.

Cintra, L. T. A. *et al.* Citotoxicidade, Biocompatibilidade e Biomineralização do Novo Material MTA de Alta Plasticidade. **Journal of Endodontics**, Volume 43, Edição 5, 774 – 778, mar. 2017.

De-Deus, Gustavo *et al.* Citocompatibilidade Ótima de um Cimento Nanoparticulado Biocerâmico em Células Mesenquimais Humanas Primárias. **Journal of Endodontics**, Volume 35, Edição 10, 1387 – 1390, 2009.

Dreger, L. A. S. *et al.* Agregado de trióxido mineral e cimento Portland promovem biomineralização in vivo. **Journal of Endodontics**, Volume 38, Edição 3, 324 – 329, dez. 2011.

Gandolfi M.G. *et al.* Osteoinductive potential and bone-bonding ability of ProRoot MTA, MTA Plus and Biodentine in rabbit intramedullary model: Microchemical characterization and histological analysis. **Dent Mater** 33, 221-238.

Gandolfi M.G. *et al.* Novos materiais à base de cimento Portland para endodontia misturados com solução de articaína: um estudo da resposta celular. **Journal Of Endodontics**, v 36, p. 39-44. Jan. 2008.

Gandolfi, Maria Giovanna *et al.* Microscopia Eletrônica de Varredura Ambiental Conectada com Análise de Raios X por Energia Dispersiva e Técnicas Raman para Estudo de Agregado de Trióxido Mineral ProRoot e Cimentos de Silicato de Cálcio em Condições Molhadas e em Tempo Real. **Journal of Endodontics**, Volume 36, Edição 5, 851 – 857, mar. 2010.

Kaur Mandeep *et al.* MTA versus Biodentine: Review of Literature with a Comparative Analysis. **Journal of Clinical Diagnostic Research**, Volume 11, Ago2017.

Lee, Seung-Jong *et al.* Capacidade de vedação de um agregado de trióxido mineral para reparo de perfurações radiculares laterais. **Journal of Endodontics**, Volume 19, Edição 11, 541 – 544, nov. 1993.

Marciano, M. A *et al.* Avaliação da estabilidade da cor do agregado de trióxido mineral branco Angelus e óxido de bismuto em contato com a estrutura dentária. **Journal of Endodontics**, Vol. 42Edição 3p474–47, mar. 2014.

Menezes, Renato *et al.* Reparo MTA de uma perfuração supracrestal: um relato de caso. **Journal of Endodontics**, Volume 31, Edição 3, 212 – 214, mar. 2005.

Parirokh, Masoud *et al.* Agregado de Trióxido Mineral: Uma Revisão Abrangente da Literatura — Parte I: Propriedades Químicas, Físicas e Antibacterianas. **Journal of Endodontics**, V 36, Edição 1, p. 16 – 27.

Pessotti, Vanessa Pandolfi. Reabsorção radicular interna; relato de caso clínico. **Angelus**, 2020.

Menezes, Renato et al. Reparo MTA de uma perfuração supracrestal: um relato de caso. *Journal of Endodontics*, Volume 31, Edição 3, 212 – 214, mar. 2005.

Roberts, H. W *et al.* Uso de agregado de trióxido mineral no tratamento endodôntico: uma revisão da literatura. **Academy of Dental Materials**, p. 149 – 164, 2008.

Saghiri, M. A *et al.* Efeitos da Temperatura de Armazenamento na Dureza da Superfície, Microestrutura e Formação de Fases de Agregado de Trióxido Mineral Branco. **Journal of Endodontics**, Volume 36, Edição 8, 1414 – 1418.

SILVA, L. A. B *et al.* Perfuração da Furcação: Resposta do Tecido Periradicular a Biodentina como Material de Reparo por Análises Histopatológicas e de Imunofluorescência Indireta. **Journal Of Endodontics**. Ribeirão Preto, p. 1137-1142. 02 maio 2017.

Soundappan S. *et al*/ Biodentina versus Agregado de Trióxido Mineral versus Material Restaurador Intermediário para Preenchimento Radicular Retrógrado: Um Estudo In vitro. **Journal of Dentistry** (Teerã). Mar.2014.

Torabinejad M, Smith PW, Kettering JD, Pitt Ford TR (1995) Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. **J Endod** 21, 295–9.

Torabinejad, Mahmoud *et al*. Agregado de Trióxido Mineral: Uma Revisão Abrangente da Literatura — Parte II: Investigações de Vazamento e Biocompatibilidade. **Journal of Endodontics**, Volume 36, Edição 2, 190 – 202, 2010.

Torabinejad, Mahmoud *et al*. Aplicações clínicas do agregado de trióxido mineral. **Journal of Endodontics**, Volume 25, Edição 3, 197 – 205, 1999.

Torabinejad, Mahmoud *et al*. Vazamento bacteriano de agregado mineral de trióxido como material de enchimento radicular. **Journal of Endodontics**, Volume 21, Edição 3, 109 – 112, mar. 1995.

Toubes, K. S *et al*. Bio-C Repair - A New Bioceramic Material for Root Perforation Management: Two Case Reports. **Brazilian Dental Journal**. Belo Horizonte, p. 104-110. fev. 2021.

Urban, Kent *et al*. Solubilidade e valor de pH de 3 seladores de canal radicular diferentes: uma investigação de longo prazo. **Journal of Endodontics**, Volume 44, Edição 11, 1736 – 1740. Set 2018.

Vidal, Karla *et al*. Fechamento Apical na Apexificação: Revisão e Relato de Caso do Tratamento de Apexificação de um Dente Permanente Imaturo com Biodentina. **Journal of Endodontics**, Volume 42, Número 5, 730 - 734

Zhang, Hui *et al.* Atividade antibacteriana de seladores endodônticos por teste de contato direto modificado contra *Enterococcus faecalis*. **Journal of Endodontics**, Volume 35, Edição 7, 1051 – 1055, jul. 2009.

Zordan-Bronzel, C. L. *et al.* Avaliação das propriedades físico-químicas de uma nova seladora à base de silicato de cálcio, Bio-C Sealer. **Journal of Endodontics**, Volume 45, Edição 10, 1248 – 1252, ago. 2019.