

**GISELE TEIXEIRA NASCIMENTO CARNEIRO**

**CIMENTOS BIOCERÂMICOS DE SILICATO DE CÁLCIO: *UMA  
REVISÃO DE LITERATURA***

**Faculdade de Odontologia  
Universidade Federal de Minas Gerais  
Belo Horizonte  
2022**

Gisele Teixeira Nascimento Carneiro

**CIMENTOS BIOCERÂMICOS DE SILICATO DE CÁLCIO: *UMA  
REVISÃO DE LITERATURA***

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Endodontia

Orientador: Profa. Dra. Luiza Cruz Guimarães

Belo Horizonte  
2022

### Ficha Catalográfica

C289c Carneiro, Gisele Teixeira Nascimento.  
2022 Cimentos biocerâmicos de silicato de cálcio : uma revisão de  
MP literatura / Gisele Teixeira Nascimento Carneiro. -- 2022.  
28 f.  
Orientadora: Luiza Cruz Guimarães Guimarães.  
Monografia (Especialização) -- Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Odontologia.  
1 . Endodontia. 2. Teste de materiais. 3. Materiais biocompatíveis. I. Guimarães, Luiza Cruz Guimarães. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Odontologia. III. Título.

BLACK - D24



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

## ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE ESPECIALIZAÇÃO DE GISELE TEIXEIRA NASCIMENTO CARNEIRO

Ata da Comissão Examinadora para julgamento de Monografia de **GISELE TEIXEIRA NASCIMENTO CARNEIRO**, do Curso de Especialização em Endodoncia, realizado no período de 08/08/2019 a 01/07/2022.

Ao 1 (primeiro) dia do mês de julho de 2022, às 16 horas, sala de Pós-Graduação 3403 - da Faculdade de Odontologia, reuniu-se a Comissão Examinadora, composta pelas professoras Luiza Cruz Guimarães (orientadora), Isabella Faria da Cunha Peixoto e Ana Cecília Diniz Viana. Em sessão pública foram iniciados os trabalhos relativos à Apresentação da Monografia intitulada **“Materiais de silicato de cálcio: Uma revisão de literatura”**. Terminadas as arguições, passou-se à apuração final. A nota obtida pela aluna foi 95,0 (noventa e cinco) pontos, e a Comissão Examinadora decidiu pela sua **APROVAÇÃO**. Para constar, eu, Luiza Cruz Guimarães, Presidente da Comissão, lavrei a presente ata que lida e aprovada, vai assinada eletronicamente por todos os membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 01 de julho de 2022.

04/07/22

Homologada em reunião do CPGO de

Profa. Luiza Cruz Guimarães

Profa. Isabella Faria da Cunha Peixoto

Profa. Ana Cecília Diniz Viana Prof. Mauro Henrique Nogueira Guimarães de Abreu

Coordenador do Colegiado de Pós-Graduação em Odontologia



Documento assinado eletronicamente por **Ana Cecília Diniz Viana, Chefe de departamento**, em 03/07/2022, às 18:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Isabella Faria da Cunha Peixoto, Professora do Magistério Superior**, em 03/07/2022, às 18:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Daniela Augusta Barbato Ferreira, Colaborador(a) terceirizado(a)**, em 03/07/2022, às 19:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Warley Luciano Fonseca Tavares, Coordenador(a)**, em 04/07/2022, às 13:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luiza Cruz Guimarães, Usuário Externo**, em 04/07/2022, às 18:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



[acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](#), informando o código verificador **1514897** e o código CRC **66F8BDA4**.

---

Referência: Processo nº 23072.227963/2022-24

SEI nº 1514897

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site  
[https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?)

## RESUMO

Preservar a integridade da dentição natural é essencial para a manutenção da função e estética dental. Para alcançar este objetivo, a terapia endodôntica pode desempenhar um papel fundamental. 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 em diversas aplicações clínicas. O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão de literatura acerca desses materiais. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o tema nas principais bases de dados e obtidos artigos científicos dos últimos 15 anos. A leitura crítica e minuciosa dos artigos permitiu a construção do texto que explorou o conceito, composição, mecanismos de ação e de reação de presa, vantagens, limitações e aplicações clínicas dos diversos biocerâmicos disponíveis em endodontia. O desenvolvimento dos materiais à base de silicato de cálcio possibilitou a execução de técnicas operatórias mais previsíveis e conservadoras. As modificações dos materiais mais recentes estão melhorando as suas propriedades e disponibilizando materiais cada vez mais inteligentes biologicamente e atraentes à prática clínica.

**Palavras-chave:** Biocompatibilidade. Biomaterial. Endodontia.

## **ABSTRACT**

### **Calcium silicate cements: A literature review**

Preserving the integrity of the natural dentition is essential for maintaining dental function and esthetics. To achieve this goal, endodontic therapy can play a key role. Among the advances applied to endodontics in recent decades, the development of calcium silicate-based materials has provided new treatment perspectives and promising results in several clinical applications. The objective of this work is to carry out a literature review about these materials. For this, a bibliographic research was carried out on the subject in the main databases and scientific articles from the last 15 years were obtained. The critical and detailed reading of the articles allowed the construction of the text that explored the concept, properties, composition, mechanisms of action, advantages, limitations and clinical applications of the various bioceramics available in endodontics. With the study, we concluded that the development of calcium silicate-based materials allows the execution of more predictable and conservative operative techniques. Modifications to the latest materials are improving their properties and making materials increasingly biologically intelligent and attractive to clinical practice available.

**Keywords:** Biocompatibility. Biomaterial. Endodontic.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
1.1	Objetivos	8
1.1.1	Objetivo geral	8
1.1.2	Objetivos específicos	8
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>10</b>
3.1	MTA	11
3.2	Endosequence	13
3.3	Biodentine	15
3.4	Bio C Repair	16
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>23</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>24</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Preservar a integridade da dentição natural é essencial para a manutenção da função e estética dental. Para alcançar este objetivo, a terapia endodôntica pode desempenhar um papel fundamental (JEEVANI *et al.*, 2014). A intervenção endodôntica visa prevenir ou tratar a periodontite apical e consiste na remoção total ou parcial da polpa dentária com o objetivo de atingir a cicatrização dos tecidos perirradiculares (ENKEL *et al.*, 2008).

Embora grandes avanços tenham sido alcançados com a evolução da odontologia moderna no campo da endodontia, uma grande limitação encontrada pelo clínico é a inexistência de um material obturador ideal (MANGAT *et al.*, 2018). Já é conhecido na literatura que os requisitos ideais para um cimento endodôntico são: consistência e adesão adequadas às paredes dentinárias, tempo de trabalho adequado, capacidade de produzir um selamento hermético, fácil manuseio, radiopacidade, expansão no momento da presa, biocompatibilidade, insolubilidade nos fluidos teciduais, para permitir retratamento do canal, não descolorir os tecidos dentários, sem ação antigênica, sem ação mutagênica e ação antibacteriana.

A introdução de materiais à base de silicato de cálcio como um novo grupo de materiais odontológicos, teve início na década de 1990 e pode ser considerado um dos avanços mais importantes na odontologia reparadora (ABUSREWIL; SCOOT, 2018; CAMILLERI, 2015; ENKEL *et al.*, 2008; SONG *et al.*, 2021). O primeiro material introduzido foi o Agregado Trióxido Mineral (MTA) que, devido às suas propriedades biológicas favoráveis, ganhou importância mundial. Posteriormente, novos materiais bioativos foram sendo desenvolvidos, como o Endosequence RRM (Brasseler, Savannah, GA, USA), o Biodentine (Septodont, Saint Maur des Fosses, França) e o Bio C Repair (Angelus, Londrina, PR, Brasil) (ZAFAR; JAMAL; GHAFOR, 2020).

Os materiais à base de silicatos de cálcio, são chamados de biocerâmicos e são materiais inorgânicos, não metálicos e biocompatíveis que são utilizados em contato direto com tecidos vivos nas áreas médica e odontológica (ZAFAR; JAMAL; GHAFOR, 2020). Ao contrário das cerâmicas bioinertes, os materiais bioativos interagem com os tecidos circundantes estimulando o crescimento e a regeneração

de tecidos mineralizados e além disso tomam presa e se expandem na presença de umidade, garantindo um selamento biológico (BADAWY; MOHAMED, 2022).

Este artigo é uma revisão de literatura planejada para discutir cimentos bioativos, conceito, composição, mecanismos de ação e de reação de presa, vantagens, limitações e aplicações clínicas dos diversos biocerâmicos disponíveis no mercado endodôntico.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Realizar uma revisão de literatura à cerca dos materiais de silicato de cálcio empregados em Endodontia.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Discutir cimentos bioativos seu conceito, composição básica, mecanismos de ação e reação de presa das diferentes marcas comerciais de biocerâmicos;
- Abordar vantagens e limitações do uso destes biomateriais.
- Discutir aplicações clínicas dos produtos disponíveis no mercado;

## 2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desse trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o tema na Biblioteca Virtual de Periódicos do portal CAPES e no banco de dados do PubMed. As buscas foram realizadas durante o período do curso de especialização em endodontia, entre os anos de 2019 a 2022. As palavras-chave utilizadas foram as seguintes: “Biocompatibilidade”, “Biomateriais” e “Endodontia” e suas correspondentes na língua inglesa: “Biocompatibility”, “Biomaterials”, “Endodontics”.

Após a busca, foram encontrados 690 artigos publicados nos últimos 15 anos. No primeiro momento, uma triagem foi realizada com base nos títulos e nos resumos mais relevantes. Destes, foram selecionados aproximadamente 30 artigos científicos completos, que foram analisados de forma mais criteriosa e utilizados como referências científicas para a redação do presente trabalho.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Os biocerâmicos representam uma classe de materiais bioativos à base de silicato de cálcio capazes de interagir com os tecidos circundantes na presença de umidade e estimular o crescimento e a regeneração de tecidos mineralizados (BADAWY; MOHAMED, 2022; MUNITIC *et al.*, 2019). Apresentam como principal característica a capacidade de se ligar à dentina pela formação de hidroxiapatita em sua reação com o ambiente úmido (BADAWY; MOHAMED, 2022).

O primeiro uso relatado de cimento biocerâmico na literatura odontológica data de 1878, quando o Dr. Witte na Alemanha publicou um relato de caso sobre o uso do cimento Portland para preencher canais radiculares (JEEVANI *et al.*, 2014). O material, descrito como um pó cerâmico hidrofílico composto principalmente por silicatos de cálcio, foi patenteado e introduzido de fato no mercado odontológico em 1993 pelo Dr. Mahmoud Torabinejad e nomeado como MTA, levando a uma mudança de paradigmas na endodontia (ZAFAR; JAMAL; GHAFOR, 2020). A primeira marca comercial foi chamada de ProRoot MTA, fabricada pela empresa Dentsply Tulsa, OK, EUA, e era composto principalmente do cimento Portland e indicado clinicamente como material de reparo radicular e em terapias da polpa vital.

A partir da formulação original do MTA, novos cimentos endodônticos à base de silicato de cálcio foram desenvolvidos ao longo dos anos. Dentre eles: o MTA Angelus (Angelus, Londrina, PR, Brasil) e o MM-MTA (MicroMega, Besançon, França) e os demais cimentos biocerâmicos, que podem ser classificados como reparadores, sendo eles: o EndoSequence BC RRM (Brasseler, Savannah, GA, USA), o Biodentine (Septodont, Saint Maur des Fosses, França), o Bio C Repair (Angelus, Londrina, PR, Brasil) e o BioAggregate (Innovative BioCeramix Inc., Vancouver, Canada). Ou como obturadores: EndoSequence BC Sealer (Brasseler, Savannah, GA, USA), o BioRoot (Septodont, Saint Maur des Fosses, França) e o Bio C Sealer Angelus, Londrina, PR, Brasil).

Os cimentos biocerâmicos têm atraído atenção especial devido às suas excelentes propriedades como pH alcalino, biocompatibilidade, bioatividade, não toxicidade, estabilidade dimensional e excelente capacidade de selamento (MUNITIC

*et al.*, 2019). A seguir, serão descritos e detalhados alguns desses materiais disponíveis no mercado odontológico:

### 3.1 Agregado trióxido mineral (MTA)

O MTA é o cimento de silicato cálcico mais conhecido, utilizado e mais amplamente pesquisado na área odontologia (TROPE; BUNES; DEBELIAN, 2015; YOLDAS *et al.*, 2016). Consiste na mistura de cimento Portland, utilizado na indústria da construção fabricado a partir de calcário e xisto, e um radiopacificador (CAMILLERI, 2015; PARIROKH; TORABINEJAD; DUMMER, 2018; ZAFAR; JAMAL; GHAFOR, 2020).

O MTA é um material bioativo com excelente biocompatibilidade e boas propriedades de vedação sendo capaz de se fixar mesmo em ambientes úmidos (CERVINO *et al.*, 2020; MAPARA *et al.*, 2020; MOHEBBI; ASGARY, 2016; SILVA *et al.*, 2014; SOGUKPINAR; ARIKAN, 2020; TROPE; BUNES; DEBELIAN, 2015). Quando colocado em contato direto com tecidos humanos, é capaz de liberar íons cálcio para diferenciação e proliferação celular. Além disso, cria um ambiente antibacteriano pelo seu pH alcalino, regulando a produção de citocinas inflamatórias. Portanto, favorece a migração e diferenciação de células produtoras de tecido mineralizado formando hidroxiapatita na superfície do MTA e proporcionando um selamento biológico (ANGKASUVAN *et al.*, 2022; CERVINO *et al.*, 2020).

#### a) Composição e apresentação

O MTA é composto principalmente por silicato tri-cálcico, silicato di-cálcico, aluminato tri-cálcico, sulfato de cálcio e um radiopacificador (óxido de bismuto, óxido de zircônio, óxido de tântalo, tungstato de cálcio).

Consiste em um pó fino, hidrofílico, disponível no mercado em sachês de uso único (1gm), sendo que alguns fabricantes fornecem sachês de água destilada pré-medidos para facilitar o uso (ZAFAR; JAMAL; GHAFOR, 2020). Alguns fabricantes também disponibilizam o material em cápsulas que podem ser manipuladas com o emprego de um amalgamador (CAMILLERI, 2015).

### b) Reação de presa

A reação química do MTA é conhecida como reação de hidratação (ZAFAR; JAMAL; GHAFOR, 2020). O pó se hidrata quando entra em contato com a água e sofre duas reações principais. O silicato tricálcico e o silicato dicálcico reagem com a água para formar hidrato de silicato de cálcio e hidróxido de cálcio. O aluminato tricálcico reage com a água e, na presença de sulfato de cálcio, inicialmente produz etringita. Quando as fases contendo sulfato são esgotadas, uma fase de monossulfato é formada (CAMILLERI, 2015; CERVINO *et al.*, 2020).

Durante os estágios iniciais da reação, o hidrato de silicato de cálcio é formado, revestindo as partículas de cimento e impedindo novas reações. O aluminato tricálcico se dissolve e reage com os íons cálcio e sulfato presentes na fase líquida para produzir etringita, que também precipita na superfície das partículas de cimento. A fase inicial é seguida por um período de dormência, em que o revestimento de hidrato nos grãos de cimento impede a hidratação adicional. O período de dormência dura 1-2 horas, que é um período de relativa inatividade e o cimento é plástico e trabalhável. Após a conclusão do período de dormência, a presa do cimento prossegue para a fase de aceleração, onde o processo de hidratação acelera novamente. A taxa de hidratação de silicato de tricálcio aumenta e mais gel de hidrato de silicato de cálcio é formado. A hidratação do silicato dicálcico também aumenta nesta fase. Os íons sulfato são esgotados e forma monossulfato a partir da etringita. O hidróxido de cálcio cristalino também precipita da fase líquida (CAMILLERI, 2015).

### c) Manipulação

A formulação original é espatulada manualmente, possui consistência granular e a aplicação no campo clínico é tecnicamente crítica (CAMILLERI, 2015; ENKEL *et al.*, 2008; ZAFAR; JAMAL; GHAFOR, 2020). Técnicas alternativas de mistura, como o uso de um amalgamador por exemplo, o MM-MTA, por exemplo, fabricado pela Micro Mega e o Biodentine da empresa Septodont, se apresentam comercialmente em cápsulas que permitem que o material seja misturado usando um amalgamador. A vantagem desse mecanismo é que a cápsula e a mistura permitem a incorporação dos componentes de forma mais homogênea, com um sistema de entrega semelhante ao disponível dos cimentos de ionômero de vidro (CAMILLERI, 2015).

### d) Modificações

Existem algumas desvantagens do MTA, como propriedades de manuseio complicadas, cinética de presa lenta, e pigmentação da dentina (MOHEBBI; ASGARY, 2016; SOGUKPINAR; ARIKAN, 2020; TROPE; BUNES; DEBELIAN, 2015). Além disso, pode ser de difícil aplicação em canais atrésicos, tornando o material pouco adequado para uso como cimento obturador (TROPE; BUNES; DEBELIAN, 2015). Devido à essas limitações, algumas alterações foram feitas à formulação original afim de melhorar sua eficiência e aplicações clínicas.

O MTA original era de cor cinza escuro e apresentava potencial de causar a descoloração da estrutura dentária. Devido a isso, o MTA branco (wMTA) foi desenvolvido (ENKEL *et al.*, 2008; YOLDAS *et al.*, 2016). A principal diferença entre o wMTA e o MTA cinza é que o wMTA contém menos óxidos metálicos, como  $Al_2O_3$ ,  $MgO$  e  $FeO$ , que foram considerados as principais causas de descoloração, embora mesmo o wMTA tenha demonstrado causar descoloração da estrutura dentária (YOLDAS *et al.*, 2016). O emprego do óxido de bismuto como radiopacificador também foi implicado na descoloração dos dentes. Os produtos biocerâmicos mais recentes não usam o óxido de bismuto como radiopacificador. As variantes envolvem o uso de óxido de zircônio e óxido de tântalo (ZAFAR; JAMAL; GHAFLOOR, 2020).

Para reduzir o tempo de presa, a composição do MTA foi modificada e o MTA Angelus foi introduzido eliminando o sulfato de cálcio de sua composição. Atualmente, o seu tempo de presa é de 15 minutos (ZAFAR; JAMAL; GHAFLOOR, 2020)

### 3.2 Endosequence

Como alternativa ao MTA, o cimento EndoSequence Root Repair Material RRM (Brasseler USA, Savannah, GA, USA) tem características bioativas, com capacidade de indução da formação de um precipitado semelhante à apatita em sua superfície quando colocado em contato com fluidos teciduais (WANG; SHEN; HAAPASALO, 2021).

As vantagens destes materiais incluem melhores características de manuseio e tempos de presa mais curtos (WANG; SHEN; HAAPASALO, 2021). Além disso, são altamente radiopacos, dimensionalmente estáveis, isentos de alumínio, biocompatíveis, possuem excelente capacidade de vedação e atividade



antimicrobiana (RENCHER *et al.*,2021; SAMYAKTHA *et al.*, 2014; TROPE; BUNES; DEBELIAN, 2015; WANG; SHEN; HAAPASALO, 2021).

#### a) Composição e apresentação

O EndoSequence RRM é um cimento pré-misturado disponível em massa (RRM Putty) ou em pasta (RRM Paste). Essas formulações têm propriedades semelhantes, e diferem apenas na quantidade de agentes espessantes (RENCHER *et al.*,2021). É composto principalmente de silicato de cálcio, fosfato de cálcio, óxido de zircônio e hidróxido de cálcio. É indicado como cimento reparador radicular e para terapias da polpa vital, como os capeamentos (RENCHER *et al.*,2021;TROPE; BUNES; DEBELIAN, 2015; WANG; SHEN; HAAPASALO, 2021). O fabricante afirma que o material é isento de alumínio, menos solúvel e dimensionalmente estável durante a presa. (ZAFAR; JAMAL; GHAFOR, 2020).

O EndoSequence Fast Set Putty foi introduzido no mercado recentemente e tem todas as propriedades da massa original, porém com tempo de presa reduzido (aproximadamente 20 minutos) (TROPE; BUNES; DEBELIAN, 2015).

#### b) Reação de presa

Os fabricantes do Endosequence afirmam que a formulação pré-misturada RRM Paste tem um tempo de trabalho de aproximadamente 30 minutos, uma reação de presa iniciada pela umidade e um conjunto final alcançado aproximadamente quatro horas depois com a porção de silicato de cálcio do material produzindo um gel de hidrato de silicato de cálcio e hidróxido de cálcio. O hidróxido de cálcio então interage com os íons fosfato para formar hidroxiapatita e água. A água produzida continua a reagir com os silicatos de cálcio para precipitar gel adicional como o hidrato de silicato de cálcio. Segundo os desenvolvedores, a água fornecida por meio dessa reação é um fator importante no controle da taxa de hidratação e do tempo de presa desse material (JEEVANI *et al.*, 2014; TROPE; BUNES; DEBELIAN, 2015; ZAFAR; JAMAL; GHAFOR, 2020).

A empresa também conta com o cimento biocerâmico obturador Endosequence BC Sealer. O material, é disponibilizado em uma seringa de fácil aplicação, deve ser utilizado juntamente com a guta-percha e sua reação de presa se dá pelo contato com a umidade natural presente nos túbulos dentinários. É antibacteriano devido ao seu

alto pH, radiopaco e forma hidroxiapatita após a presa ligando-se quimicamente à dentina (Brasseler, 2022).

### 3.3 Biodentine

O Biodentine da empresa Septodont, é um material biocerâmico de segunda geração denominado “dentina em cápsula” devido às suas propriedades físicas e mecânicas semelhantes à dentina (ABUSREWIL; SCOTT, 2018; JEEVANI *et al.*, 2014; MAPARA *et al.*, 2020; SAMYAKTHA *et al.*, 2014; TROPE; BUNES; DEBELIAN, 2015).

Foi desenvolvido e comercializado a partir de 2009 com o objetivo de reunir a alta biocompatibilidade e bioatividade dos silicatos de cálcio, com propriedades aprimoradas, como tempo de presa rápido (10-12 minutos) e alta resistência à compressão e flexão semelhantes à dentina (JEEVANI *et al.*, 2014; YOLDAS *et al.*, 2016). Dentre as vantagens associadas ao Biodentine, estão a facilidade de manuseio, a ligação químico-mecânica entre o dente e o compósito e menor potencial de descoloração da dentina (MAPARA *et al.*, 2020; SAMYAKTHA *et al.*, 2014).

Suas indicações incluem capeamento pulpar, pulpotomia, reparo de perfurações, reparo de lesões absortivas, preenchimento radicular e pode ser considerado um material de substituição de dentina (WANG; SHEN; HAAPASALO, 2021; ZAFAR; JAMAL; GHAFLOOR, 2020;).

O BioRoot™ RCS é a última geração de cimento endodôntico da Septodont e foi projetado para obturação de canais radiculares. É disponibilizado em 1 frasco de 15 g de pó, 35 ampolas dose única contendo 0,20 mL de líquido cada e 1 colher medidora (ARIKATLA, *et al.*, 2018).

#### a) Composição e apresentação

O componente pó do Biodentine consiste em silicato tricálcico, silicato dicálcico e carbonato de cálcio e óxido de zircônio (como radiopacificador); o líquido contém cloreto de cálcio como acelerador e um polímero hidrossolúvel à base de policarboxilato descrito como agente redutor de água (SAMYAKTHA *et al.*, 2014; SINKAR *et al.*, 2015; SOGUKPINAR; ARIKAN, 2020; WANG; SHEN; HAAPASALO, 2021; YOLDAS *et al.*, 2016;).

O material é disponível em cápsulas que devem ser manipuladas com o uso de um amalgamador em quantidades pré-definidas (TROPE; BUNES; DEBELIAN, 2015).

#### b) Reação de presa

A reação de presa do Biodentine é semelhante ao MTA e resulta na formação de hidrato de silicato de cálcio (CSH) e  $\text{Ca(OH)}_2$ . Contém também adicionalmente carbonato de cálcio no pó, o que explica a presença da fase de carbonato. Os grãos de silicato tricálcico no Biodentine são mais finos que o do MTA e a adição de polímero hidrofílico na composição facilita a manipulação e manuseio (ZAFAR; JAMAL; GHAFOR, 2020).

### 3.4 Bio-C Repair

Recentemente o Bio-C Repair (Angelus, Londrina, PR, Brasil) foi introduzido no mercado endodôntico com as mesmas interações biológicas do MTA, mas trazendo melhorias em termos de manipulação e inserção. Segundo o fabricante, apresenta excelente consistência, fácil aplicação, barreira contra microrganismos, estimula a cicatrização tecidual e não contribui para a descoloração (GHILOTTI *et al.*, 2020; LÓPEZ-GARCIA *et al.*, 2019). Assim como apresenta radiopacidade elevada, alto pH e tempo de presa de aproximadamente 120 minutos a depender da umidade local (Angelus, 2022).

#### a) Composição e apresentação

O BIO C Sealer está disponível na forma de cimento pré-misturado pronto para uso. De acordo com o fabricante, o cimento é composto por silicatos de cálcio, aluminato de cálcio, óxido de cálcio, óxido de zircônio, óxido de ferro, dióxido de silício e agente de dispersão (Angelus, 2022).

#### b) Reação de presa

As reações químicas envolvem a hidratação de compostos de Silicato de Cálcio para produzir um gel hidratado de Silicato de Cálcio (C-S-H), responsável pela presa e a formação de  $\text{Ca(OH)}_2$ , este por sua vez, se dissocia rapidamente em íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{OH}^-$ , aumentando o pH do meio e, por consequência, tornando o ambiente inóspito para o crescimento bacteriano. Por outro lado, os íons Cálcio irão reagir com o  $\text{CO}_2$  presente na corrente sanguínea, formando o Carbonato de Cálcio. Uma matriz

extracelular rica em fibronectina é secretada quando em contato com esses produtos, desencadeando a formação de um tecido mineralizado.

A empresa Angelus também conta com um cimento biocerâmico obturador, o Bio-C Sealer indicado para obturação de canais radiculares. Consiste em um produto bioativo, com alta radiopacidade e tempo de presa de 2 horas após a sua inserção, juntamente com o cone de guta-percha (LÓPEZ-GARCIA *et al.*, 2019).

## 4 DISCUSSÃO

Este trabalho se propôs fazer uma análise da literatura quanto aos materiais biocerâmicos à base de silicato de cálcio, sendo o MTA, o primeiro de uma longa lista de uma família de materiais com propriedades semelhantes que têm sido sugeridos para o reparo de perfurações, procedimentos de apicificação e pulpotomias, capeamentos pulpare e em microcirurgias endodônticas. Todas as propriedades benéficas do MTA estão relacionadas à sua natureza hidrofílica e à formação de hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), como subproduto da hidratação do material (CERVINO *et al.*, 2020).

A colocação do tampão apical de MTA é uma excelente técnica alternativa ao procedimento convencional de apicificação (MAPARA *et al.*, 2020). A formação de uma barreira natural de tecido mineralizado na superfície do material é importante para fornecer vedação biológica e propiciar a cicatrização periapical. Revisões sistemáticas e meta-análises que compararam estudos que analisaram o desempenho do  $\text{Ca(OH)}_2$  e do MTA na formação bem-sucedida de barreira de tecido mineralizado em torno de ápices radiculares com rizogênese incompleta não foram estatisticamente significativas, mas o tempo necessário para a formação de uma barreira apical foi significativamente menor para o MTA (ZAFAR; JAMAL; GHAFOR, 2020).

Como material de reparo de perfuração, revisões sistemáticas e meta-análises relataram uma taxa de sucesso clínico com o uso do MTA de 81%, sendo que uma das características determinantes para esse resultado é sua capacidade de selamento (ZAFAR; JAMAL; GHAFOR, 2020). Outro estudo demonstrou, através de testes de microinfiltração bacteriana e hermeticidade com azul de metileno, melhores resultados do MTA, em relação ao o amálgama e os cimentos à base de óxido de zinco eugenol, como por exemplo o IRM primeiro (ENKEL *et al.*, 2008).

Em cirurgias periapicais, o MTA é considerado o material padrão-ouro, com estudos relatando resultados clínicos significativamente melhores quando comparado com outros materiais obturadores retrógrados tradicionais como a guta-percha, o cimento de ionômero de vidro e o amálgama (ENKEL *et al.*, 2008). Tais resultados estão relacionados às propriedades superiores em termos de capacidade de

selamento, biocompatibilidade e regeneração do tecido perirradicular (ABUSREWIL; SCOTT, 2018).

Samyuktha *et al.* (2014) avaliaram a citotoxicidade de três materiais de reparo radicular em fibroblastos do ligamento periodontal pelo ensaio de corante azul de tripano após 24 horas e após 48 horas. A viabilidade celular foi determinada usando microscópio de contraste de fase invertida. Neste estudo, o MTA apresentou aumento estatisticamente significativo na viabilidade celular quando comparado a outros materiais de reparo radicular.

Para a utilização em capeamentos pulpares diretos em dentes permanentes estudos concluíram que a taxa de sucesso clínico foi significativamente maior quando do uso de um material bioativo, como o MTA e o Biodentine por exemplo, em comparação com outros materiais convencionais (ZAFAR; JAMAL; GHAFOR, 2020). Esses achados foram observados em experimentos animais, em dentes humanos e em um ensaio clínico de pulpotomias de molares decíduos após 12 meses de acompanhamento (ROSA *et al.*, 2017).

Ao comparar os principais materiais utilizados para pulpotomia de dentes decíduos, como por exemplo o Formocresol, o sulfato férrico e o  $\text{Ca(OH)}_2$ , estudos também já demonstraram a superioridade com respostas pulpares mais favoráveis com o uso do MTA (CERVINO *et al.*, 2020; ROSA *et al.*, 2017; ZAFAR; JAMAL; GHAFOR, 2020).

O MTA tem propriedades antibacterianas devido ao seu alto pH (ENKEL *et al.*, 2008). Um estudo avaliou a atividade antimicrobiana de três diferentes cimentos endodônticos contra duas cepas da bactéria *Enterococcus faecalis* em vários intervalos de tempo (1, 6, 15 e 60 min) usando teste de difusão em ágar e teste de contato direto. Os resultados revelaram que o MTA demonstrou efeito inibitório para a bactéria em todos os tempos testados (MANGAT *et al.*, 2018).

Escobar-Garcia *et al.* (2016) avaliaram a citotoxicidade e biocompatibilidade do MTA por meio de um teste imunocitoquímico para detecção da adesão celular de fibroblastos do ligamento periodontal com o emprego do MTA e observaram-se que este material não apresenta citotoxicidade quando avaliado em cultura de fibroblastos em períodos de incubação de até 5 dias.

Embora o emprego do MTA nas diversas situações clínicas venha apresentando resultados promissores, algumas desvantagens podem limitar suas aplicações clínicas. Com o intuito de superar essas desvantagens, novos cimentos bioativos foram introduzidos no mercado endodôntico, com características semelhantes e algumas modificações e melhorias.

Os cimentos Endosequence BC RRM, Biodentine e Bio C Repair, são exemplos materiais biocerâmicos indicados também para o reparo de perfurações, cirurgias apicais, vedamentos apicais e capeamentos pulpares. Com boas capacidades de selamento e antibacterianas. São de fácil manuseio e aplicação além de possuir pontos fortes e propriedades biológicas comparáveis ao MTA (RENCHER *et al.*, 2021; ZAFAR; JAMAL; GHAFOR, 2020).

Diversos estudos já foram realizados com o intuito de comparar as diferentes propriedades e desempenho clínico desses materiais. Um estudo avaliou a capacidade de selamento do Endosequence BC RRM comparado ao MM-MTA (Micro-mega) e ao Biodentine (Septodont) em reparos de furca de molares inferiores, com testes de coloração. Neste estudo, o Endosequence BC RRM apresentou menor absorvância de corante quando comparado com outros materiais de reparo. A possível justificativa para os melhores resultados é que este material apresenta menores tamanhos de partículas, o que permite melhor penetração nos túbulos dentinários e ligação à dentina adjacente (JEEVANI *et al.*, 2014).

Em outro estudo, os efeitos citotóxicos *in vitro* de três materiais de reparo radicular em fibroblastos do ligamento periodontal foram analisados após períodos de incubação de 24 e 48 horas. Os resultados mostraram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os materiais avaliados, no entanto, o MTA apresentou maior viabilidade celular do que o Endosequence BC RRM e o Biodentine após exposição de 24 horas, já na exposição de 48 horas, o Endosequence CB RRM mostrou maior viabilidade celular (SAMYAKTHA *et al.*, 2014).

Sabe-se que os cimentos biocerâmicos formam  $\text{Ca(OH)}_2$  como produto da sua reação de presa, que se dissocia em íons cálcio e íons hidroxila. Isso resulta numa elevação do pH do meio, o que cria um ambiente desfavorável para o crescimento bacteriano, levando à desinfecção dos tecidos. Assim, a liberação de íons cálcio é um fator conseqüente no mecanismo de ação antibacteriano desses materiais. Mapara *et*

*al.* (2020) avaliaram e compararam a taxa de liberação de íons cálcio dos tampões apicais feitos com MTA, Biodentine e EndoSequence BC RRM. O grupo EndoSequence RRM apresentou o maior potencial de liberação de íons cálcio comparado ao Biodentine e ao MTA em todos os intervalos de tempo do estudo.

A formação de dentina reparadora quando do uso do Dycal, do MTA e do Biodentine também já foi analisada. O Biodentine proporcionou uma formação de dentina reparadora significativamente mais espessa em comparação ao Dycal, no entanto, quando comparado ao MTA, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas (ZAFAR; JAMAL; GHAFOR, 2020).

A literatura também mostra resultados conflitantes, Jeevani *et al.* (2014) e Sinnkar *et.al* (2015) avaliaram a capacidade de selamento do Biodentine, utilizando uma metodologia semelhante de coloração. Os primeiros autores encontraram piores resultados para o Biodentine, enquanto os segundo autores, observaram boa capacidade de biomineralização do mesmo material, o que foi associado a uma maior absorção de cálcio e silício da dentina radicular adjacente e menor microinfiltração quando comparada com outros materiais bioativos.

Em relação ao potencial de pigmentação dentária, um estudo avaliou e comparou o potencial de descoloração do Biodentine, do MTA Angelus e do BioAggregate utilizando dentes bovinos. Todos os materiais causaram descoloração do dente ao longo do tempo, entretanto, o Biodentine demonstrou ter o menor potencial de descoloração entre os materiais testados. A justificativa dada pelos autores é que apesar da sua maior solubilidade, o tempo de presa é significativamente mais rápido do que o MTA, portanto, o Biodentine pode começar a bloquear os componentes do sangue mais rapidamente, minimizando as reações de descoloração (YOLDAS *et al.*, 2016).

A citotoxicidade dos materiais pode influenciar na viabilidade das células perirradiculares e causar a morte celular por apoptose ou necrose. Portanto, é importante evitar produtos tóxicos aos tecidos pulpares e periapicais que possam comprometer o resultado clínico. Estudos já avaliaram a citotoxicidade em termos de viabilidade celular e a adesão celular de fibroblastos do ligamento periodontal, e concluíram que os cimentos biocerâmicos podem ser considerados igualmente



biocompatíveis (OKAMURA *et al.*, 2020; SAMYAKTHA *et al.*, 2014; SOGUKPINAR; ARIKAN, 2020).

Ainda sobre os efeitos biológicos dos materiais biocerâmicos, um estudo teve a proposição de comparar o ProRoot MTA, o Biodentine e o Bio-C Repair levando em consideração sua composição química e a morfologia ultra estrutural. Os resultados revelaram uma composição basicamente de oxigênio e cálcio evidenciando excelente citocompatibilidade e sugerindo a utilização segura desses materiais no tratamento de polpas vitais (GHILOTTI *et al.*, 2020). Achados que estão de acordo com os achados de López-Garcia *et al.* (2019) e de Malta *et al.* (2022) que ao comparar cimentos biocerâmicos com o cimento resinoso à base resina epóxi, AH Plus (Dentsply De Trey, Konstanz, Alemanha), encontraram toxicidade significativamente maior para este último, reduzindo a viabilidade e a migração celular. Com base nos resultados destes estudos, os autores sugerem que os cimentos biocerâmicos obturadores demonstraram melhor citocompatibilidade em termos de viabilidade celular, migração, morfologia celular, fixação celular e capacidade de mineralização.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Nas últimas décadas, os materiais à base de silicato de cálcio tornaram-se um pilar da odontologia e são usados para uma variedade de aplicações clínicas.
- A sua utilização proporcionou tratamentos endodônticos com técnicas operatórias mais previsíveis e conservadoras.
- As modificações dos materiais mais recentes estão continuamente melhorando as suas propriedades e combatendo as desvantagens do material anterior.
- Estão disponíveis no mercado materiais cada vez mais inteligentes biologicamente e atraentes à prática clínica diária.

## REFERÊNCIAS

ABUSREWIL, S. M.; MCLEAN, W.; SCOTT, A. The use of bioceramics as root-end filling materials in periradicular surgery: A literature review. **Saudi Dent J**, Inglaterra, v. 30, p. 273-282, Jul. 2015.

ANGELUS. Produtos Angelus: BIO-C REPAIR, c2022. Disponível em: <<https://angelus.ind.br/produto/bio-c-repair/>>. Acesso em: 05 de mai. de 2022.

ANGKASUVAN, V. *et al.* Evaluation of pH and calcium ion release at the simulated external root resorption cavities of teeth obturated with bioceramic sealer. **Clin Exp Dent Res**, Bangkok, p. 1-6, Abr. 2022.

ARIKATLA, S. *et al.* Interfacial adaptation and penetration depth of bioceramic endodontic sealers. **J Conserv Dent**, [s.l.], v. 21, n. 4, p. 373-377. Ago. 2018.

BADAWY, R. S.; MOHAMED, D. A. Evaluation of new bioceramic endodontic sealers: An in vitro study. **Dent Med Probl**, Ismalia, v. 59, n. 1, p. 85-92, Mar. 2022.

BRASSLER. Produtos Brassler: EndoSequence BC Sealer, c2022. Disponível em: <<https://brasslerusadental.com/products/endosequence-bc-sealer/>>. Acesso em: 05 de mai. de 2022.

CAMILLERI, J. Mineral trioxide aggregate: presente and future developments. **Endod Topics**, Malta, v. 32, p. 31-46, Mar. 2015.

CERVINO, G. *et al.* Mineral Trioxide Aggregate applications in endodontics: A review. **Eur J Dent**, Messina, v. 14, n. 4, p. 683-691, Jul. 2020.

ENKEL, B. *et al.* Bioactive materials in endodontics. **Expert Rev Med Devices**, Nantes, v. 5, n. 4, p. 475 -494, Jul. 2008.

ESCOBAR-GARCIA, D. N. *et al.* Cytotoxicity and initial biocompatibility of endodontic biomaterials (MTA and Biodentine<sup>f</sup>) used as root-end filling materials. **Biomed Res Int**. San Luis Potosi, v. 1, p. 1-7, Jul. 2016.

GHILOTTI, J. *et al.* Comparative surface morphology, chemical composition, and cytocompatibility of Bio-C Repair, Biodentine and ProRoot MTA on hDPCs. **Materials**, Valencia, v. 13, n. 9, p. 1-13, Maio. 2020.

JEEVANI, E. *et al.* Evaluation of sealing ability of MM-MTA, Endosequence, and Biodentine as furcation repair materials: UV spectrophotometric analysis. **J Conserv Dent**, Guntur, v. 17, n. 4, p. 340-343, Jul/Ago. 2014.

LÓPEZ-GARCIA, S. *et al.* Comparative cytocompatibility and mineralization potential of bio-c sealer and total Fill BC Sealer. **Materials**, Murcia, v. 12, n. 19, p. 1-12, Set. 2019.

LÓPEZ-GARCIA, S. *et al.* Biological effects of new hydraulic materials on human periodontal ligament stem cells. **J. Clin. Med**, Murcia, n. 8, v. 8, p 1-13, Ago. 2019.

MALTA, C. *et al.* Toxicity of bioceramic and resinous endodontic sealers using an alternative animal model: Artemia salina. **J Conserv Dent**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 185-188, Abr. 2022.

MANGAT, P. *et al.* To compare and evaluate the antimicrobial activity of three different root canal sealers: An In Vitro Study. **J Conserv Dent**, Moginagar, v. 23, n. 6, p. 571-576, Dez. 2018.

MAPARA, P. N. Comparative evaluation of calcium release of the apical plugs formed by mineral trioxide aggregate, Biodentine, and EndoSequence root repair. **J Indian Soc Pedod Prev Dent**. Karad, v.32, n. 2, p. 132-137, Jun. 2020.

MEKHDIEVA, E. *et al.* Postoperative pain following root canal filling with bioceramic vs. traditional filling techniques: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **J. Clin. Med**, Turin, v. 10, n. 19, p. 1-10, Set. 2021.

MUNICIT, M. S. *et al.* Antimicrobial efficacy of commercially available endodontic bioceramic root canal sealers: A systematic review. **PLoS ONE**, Split, v. 14, n. 10, p. 1-20, Out. 2019.

OKAMURA, T. *et al.* Biocompatibility of a high-plasticity, calcium silicate-based, ready-to-use material. **Materials**, Hirakata, v. 13, n. 21, p. 1-12, Out. 2020.

PARIROKH, M.; TORABINEJAD, M.; DUMMER, P. M. H. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview – part I: vital pulp therapy. **Int Endod J**, v. 51, n. 2, p. 177-205, Fev. 2018.

RENCHER, B. *et al.* Comparison of the sealing ability of various bioceramic materials for endodontic surgery. **Restor Dent Endod**, Seattle, v.46, n. 3, p. 1-11, Ago. 2021.

ROSA, W. L. O. *et al.* Current trends and future perspectives of dental pulp capping materials: A systematic review. **J Biomed Mater Res**, v. 106, n. 3, p. 1358-1368, Mai. 2017.

SAMYUKTHA, V. *et al.* Cytotoxicity evaluation of root repair materials in human cultured periodontal ligament fibroblastos. **J Conserv Dent**, Guntur, v. 17, n. 5, p. 467-470, Out. 2014.

SILVA, E. J. N. L. *et al.* Evaluation of cytotoxicity, antimicrobial activity and physicochemical properties of a calcium aluminate-based endodontic material. **J Appl Oral Sci**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 61-67, Nov. 2014

SINKAR, R. *et al.* Comparison of sealing ability of ProRoot MTA, RetroMTA, and Biodentine as furcation repair materials: An ultravioleta spectrophotometric analysis. **J Conserv Dent**. Hingna, v. 18, n. 6, p. 445-448, Nov/Dez. 2015.

SOGUKPINAR, A.; ARIKAN, V. Comparative evaluation of four endodontic biomaterials and calcium hydroxide regarding their effect on fracture resistance of simulated immature teeth. **Eur J Pediatra Dent**, Kahramanmaras, v. 1, n. 21, p. 23-28, Mar. 2020.

SONG, W. *et al.* In vitro biocompatibility and bioactivity of calcium silicate-based bioceramics in endodontics. **Int J Mol Med**, Wuhan, v. 48, n. 1, p. 1-22, Mar. 2021.

TROPE, M.; BUNES, A.; DEBELIAN, G. Root filling materials and techniques: bioceramics a new hope?. **Endod Topics**, Filadelfia, v. 32, p. 86-96, Mar. 2015.

WANG, Z.; SHEN, Y.; HAAPASALO, M. Antimicrobial and antibiofilm properties of bioceramic materials in endodontics. **Materials**, v. 14, n. 24, p. 75-94, Dez. 2021.

YOLDAS, S. E. *et al.* Comparison of the potential discoloration effect of Bioaggregate, Biodentine, and white Mineral Trioxide Aggregate on bovine teeth: In vitro research. **J endod**, Emek, v. 42, n. 12, p. 1815-1818, Dez. 2016.

ZAFAR, K.; JAMAL, S.; GHAFOR, R. Bio-active cements-Mineral Trioxide Aggregate based calcium silicate materials: a narrative review. **J Pak Med Assoc**, Karachi, v. 70, n. 3, p. 497-504, Mar. 2020.