

FACULDADE SETE LAGOAS- FACSETE

BEATRIZ LUZIA FARIAS MARIANO

**CIMENTOS BIOCERÂMICOS OBTURADORES NA ENDODONTIA:
Revisão de literatura**

**Osasco-SP
2023**

BEATRIZ LUZIA FARIAS MARIANO

**CIMENTOS BIOCERÂMICOS OBTURADORES NA ENDODONTIA:
Revisão de literatura**

Monografia apresentada ao curso de Especialização *Lato Sensu* da Faculdade Sete Lagoas- FACSETE como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Endodontia.

Área de concentração: Endodontia.

Orientadora: Profa. Dra. Laila Freire

Osasco-SP

2023



Beatriz Luzia Farias Mariano

**CIMENTOS BIOCERÂMICOS OBTURADORES NA ENDODONTIA:
Revisão de literatura**

Trabalho de conclusão de curso de Especialização *Lato Sensu* da Faculdade Sete Lagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Endodontia.

Área de concentração: Endodontia

Aprovada em ___/___/___ pela banca constituída dos seguintes professores:

Laila Gonzales Freire

Marcelo dos Santos

Breno Nantes

Osasco 09 de novembro de 2023

À Deus primeiramente, por ter sido meu refúgio e fortaleza durante todos esses anos.

À memória do meu pai Lauriano, e minha tia Lurdes, que sempre foi como uma mãe para mim. Duas pessoas que infelizmente perdi, que sempre me apoiaram e com toda certeza estão olhando lá do céu e se sentindo orgulhosos de mim. Saudades eternas.

À minha filha Ísis que sempre foi minha maior motivação para sempre querer crescer e ser cada vez melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu esposo Mario por ter proporcionado a realização desse sonho, por ter acreditado e investido em mim, lutando junto comigo e me incentivando a chegar até aqui. Pelo seu apoio e paciência durante todos esses anos, me dando certeza de que tudo dá certo no final.

Agradeço à minha mãe Lucia que viveu intensamente junto comigo, pelo seu cuidado e dedicação, por sempre ter me apoiado, por ter me ouvido em cada momento de aflição, por me fazer sempre sorrir e ter fé em Deus acima de tudo.

À minha irmã Ariane, que sempre me animou, me ajudou, e por sempre se preocupar comigo.

Às minhas irmãs de coração Clara e Camily, que também se orgulham de mim, que eu possa ser exemplo para elas.

Agradeço as minhas avós Josefa e Neuza, e a toda a minha família que sempre se orgulharam de mim, e por suas orações que me iluminaram durante todos esses anos.

E por fim agradeço aos meus professores que me acompanharam durante a pós-graduação, em especial a minha orientadora Laila, por ter dedicado seu tempo, pelo incentivo e correções para a realização deste trabalho.

“Não se amoldem ao padrão deste mundo, mas transformem-se pela renovação da sua mente, para que sejam capazes de experimentar e comprovar a boa, agradável e perfeita vontade de Deus” (Romanos 12:2).

RESUMO

O tratamento endodôntico baseia-se na limpeza, modelagem e obturação do sistema de canais radiculares. A obturação sem dúvidas é um dos grandes desafios, principalmente quando relacionada à adesão do cimento nas paredes dentinárias. A falha na obturação pode permitir a entrada de micro-organismos resultando em possíveis falhas no tratamento. Existem, na área da endodontia, vários tipos de cimentos, entretanto nem todos eles atingem todas as propriedades desejáveis a estes materiais. A evolução dos materiais obturadores endodônticos tornou-se necessária por causa de fracassos em tratamentos endodônticos e pela necessidade de se obter um material que preenchesse todos os requisitos de um material ideal. Deste modo, os materiais biocerâmicos foram introduzidos no mercado, sendo o primeiro destes o MTA (Agregado Trióxido Mineral) em 1998, e posteriormente outros materiais com características biocerâmicas. O objetivo deste trabalho foi a realização de uma revisão de literatura buscando abordar o histórico da introdução desses materiais na endodontia, bem como suas principais propriedades. Concluiu-se que os cimentos biocerâmicos representam um grande avanço na endodontia devido às suas ótimas propriedades.

Palavras-chave: Cimento biocerâmico; Obturação; Endodontia.

ABSTRACT

Endodontic treatment is based on cleaning, modeling and obturation the root canal system. The obturation is undoubtedly one of the great challenge, mainly when related to cement adhesion on dentin walls. Failure in obturation may allow entry of microorganisms resulting in possible treatment failures. In the area of Endodontics, there are several types of cement, however not all achieve all the desirable properties of these materials. The evolution of endodontic obturator materials has become necessary because of failures in endodontic treatments, and also because of the need to obtain a material that meets all the requirements of an ideal material. Thus bioceramic materials were placed on the market, the first of these being the MTA (Mineral Trioxide Aggregate) in 1998, and later other materials with bioceramic characteristics. The purpose of this work is to conduct a literature review, seeking to address the history of the introduction of these materials in endodontics, as well as their characteristics. It was concluded that bioceramic cements represent a major advance in endodontics because of their excellent properties.

Keywords: Bioceramic Cement; Obturation; Endodontics.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANSI-ADA- American Dental Association

DNA- Ácido Desoxirribonucleico

EUA- Estados Unidos da América

FDA- Food and Drug Administration

GMTA- Agregado Trióxido Mineral Cinza

IRM- Material Restaurador Intermediário

ISO- Internacional Organization of Standardization

MEV- Microscópio Eletrônico de Varredura

Micro-TC- Microtomografia Computadorizada

mm- Milímetros

Mpa- Mega Pascal

MTA- Agregado Trióxido Mineral

MTA-F- Agregado Trióxido Mineral Fillapex

PCR- Proteína C-reativa

pH- Potencial hidrogênico

TCFC- Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

WMTA- Agregado Trióxido Mineral Branco

LISTA DE SÍMBOLOS

%- Porcentagem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. PROPOSIÇÃO	Error! Bookmark not defined.
3. REVISÃO DA LITERATURA	14
3.1. PROPRIEDADES DOS CIMENTOS BIOCERÂMICOS	14
3.1.1 -Biocompatibilidade e bioatividade	14
3.1.2- pH e Atividade antimicrobiana	19
3.1.3- Capacidade de penetração nos túbulos dentinários e adesão	22
4. DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A obturação do canal radicular visa promover um selamento hermético do sistema de canais radiculares, prevenindo que as bactérias que ainda possam ter restado no canal passem para a região periapical. O processo de obturação define condições ideais para o reparo após o tratamento. O preparo químico-mecânico eficiente também é importante para o sucesso biológico e mecânico do tratamento, promovendo a remoção de restos pulpare e micro-organismos. O objetivo desse processo, também é de obter um preparo cônico em múltiplos planos, o que ajuda na etapa de obturação, proporcionando uma obturação tridimensional. A utilização somente de guta-percha não promoveria um selamento hermético dos sistemas de canais, para isso é necessária a utilização dos cimentos, que devem promover o selamento de maior número de canais acessórios.

Dentre as propriedades ideais dos cimentos endodônticos estão: promover um selamento tridimensional; ser radiopaco, para que possa ser diferenciado da estrutura dentária; possuir partículas finas, para facilitar no momento de manipulação; possuir estabilidade dimensional; não manchar a estrutura dentária; possuir propriedade bactericida ou pelo menos bacteriostática; tempo de trabalho e presa adequados; ser insolúvel na presença da saliva; ser tolerável nos tecidos periapicais; facilidade de remoção quando da necessidade de retratamento; capacidade de escoamento.

Os cimentos endodônticos são divididos em grupos de acordo com seus componentes: cimentos endodônticos à base de Óxido de Zinco e Eugenol; cimentos endodônticos resinosos; cimentos endodônticos de Hidróxido de Cálcio; cimentos endodônticos Biocerâmicos, que estão sendo introduzidos no mercado mais recentemente.

Propiciar uma obturação tridimensional do sistema de canais é de extrema importância. A presença de espaços após a obturação do canal pode favorecer a proliferação das bactérias, podendo levar ao desenvolvimento de lesões periapicais. Contudo, a escolha dos cimentos obturadores influencia muito na qualidade do tratamento. Os materiais obturadores devem apresentar biocompatibilidade, propriedades físico-químicas favoráveis e propriedade antimicrobiana.

A evolução dos materiais obturadores endodônticos tornou-se necessária por conta de fracassos em tratamentos endodônticos e pela necessidade de se obter um material que preencha todos os requisitos descritos anteriormente. Deste modo, foi introduzido inicialmente no mercado o MTA (Agregado Trióxido Mineral) em 1998 e posteriormente mais materiais com características biocerâmicas.

2 PROPOSIÇÃO

Este trabalho tem como objetivo abordar o histórico da introdução dos cimentos biocerâmicos na endodontia, realçando suas principais propriedades.

3 .REVISÃO DA LITERATURA

3.1 PROPRIEDADES DOS CIMENTOS BIOCERÂMICOS

3.1.1 **Biocompatibilidade e bioatividade**

Em 2012, Salles et al., realizaram um estudo para avaliar a capacidade do MTA em estimular as células de osteoblastos à formação de cristais de hidroxiapatita. Células semelhantes a osteoblastos humanos foram expostos durante períodos de 1, 2, 3 e 7 dias ao MTA-Fillapex, Epiphany SE e cimento à Base de Óxido de zinco e Eugenol. Foi obtido também um grupo controle, estes não foram expostos a nenhum cimento. Foi avaliada a viabilidade celular e a morfologia foi avaliada por microscopia eletrônica de varredura. A bioatividade do MTA-F foi avaliada pela atividade de fosfatase alcalina e pela detecção de depósitos de cálcio no meio de cultura. Foi realizada espectroscopia de energia dispersiva de raios-x para caracterizar quimicamente os cristais de hidroxiapatita. As células foram cultivadas por um período de 21 dias. Os resultados obtidos no estudo demonstraram que a exposição ao MTA-F durante 1, 2 e 3 dias resultou em um aumento da citotoxicidade, e a viabilidade aumentou após os 7 dias utilizando esse material. A exposição aos outros dois materiais se mostraram citotóxicas por todo tempo. Em relação à presença de cristais de hidroxiapatita, estes somente foram encontrados no cimento MTA-F e no grupo controle, sendo que, no grupo MTA-F a morfologia do cristalino e a composição química foram diferentes do grupo controle. Portanto, concluiu-se que, após o tempo de presa do MTA-F, a citotoxicidade diminui e este apresenta ótima capacidade de estimular as células a formação de apatita.

Gandolfi et al. (2015) realizaram um estudo para avaliar as propriedades físico-químicas de cimentos de silicato de cálcio em comparação aos cimentos convencionais de hidróxido de cálcio. Os materiais à base de hidróxido de cálcio analisados foram: Calxyl, Dycal, Life, Lime-Lite. Os materiais à base de silicato de cálcio analisados foram: ProRoot MTA, MTA Angellus, MTA Plus, Biodentine, Tech Biosealer capping, TheraCal. Foi avaliada a liberação de íons cálcio e hidroxila, absorção de água, porosidade aparente, solubilidade e capacidade de formação de

apatita. Os resultados obtidos com esse estudo demonstraram que todos os materiais de silicato de cálcio liberam mais cálcio. Todos os materiais mostraram atividade alcalinizante, com exceção do Life e Lime-Lite. Os materiais à base de silicato de cálcio apresentaram maiores valores de porosidade, absorção de água e solubilidade. A solubilidade dos materiais contendo água foi maior e está relacionada à relação pó e líquido. Foi observada a presença de depósitos de fosfato de cálcio nas superfícies dos materiais após um curto período. Os autores concluíram com esse trabalho que, os cimentos à base de silicato de cálcio são materiais bioativos (liberadores de íons e formadores de apatita). Pela alta taxa de liberação de cálcio e a rápida formação de apatita pôde-se explicar o papel de cimentos de silicato de cálcio que formam um arcabouço para induzir a formação de tecido dentinário e a cicatrização clínica.

Bueno et al. (2016) realizaram um estudo para avaliar a resposta no tecido subcutâneo de quarenta ratos, utilizando tubos de polietileno que foram implantados e estavam preenchidos com Smartpaste Bio, Acroseal e Sealapex. O objetivo foi investigar a capacidade de mineralização destes cimentos. Os ratos foram separados em três grupos, sendo que no grupo de teste (contendo 10 animais) foram colocados no tecido subcutâneo implantes contendo os selantes teste, e no grupo controle foram implantados tubos vazios. Após o período de 7, 15, 30 e 60 dias, foi realizada a eutanásia dos animais e os tubos foram removidos com os tecidos. Foram avaliadas, histologicamente, a presença de infiltrado inflamatório e a presença de espessura de cápsula fibrosa. A mineralização foi avaliada por teste de coloração e luz polarizada. Os dados foram analisados e os resultados obtidos foram que o SmartPaste Bio induziu reações inflamatórias mais leves no período de 15 dias. Não houve diferença entre os grupos após o período de 30 ou 60 dias. Utilizando o teste de coloração foi observada a presença de áreas de mineralização em animais onde foram utilizados o Sealapex, seguida por Smartpaste. No final do experimento foi observado que todos os cimentos testados possuem propriedade de biocompatibilidade, e todos induziram a biomineralização, exceto o Acroseal, que induziu uma leve reação tecidual.

Candeiro et al. (2016) realizaram um estudo com o objetivo de fazer a comparação da citotoxicidade e genotoxicidade entre o cimento biocerâmico Endosequence BC Sealer (Brasseler EUA, Savannah, GA, EUA) e o cimento

resinoso AH Plus (Dentsply De They GmbH, Konstanz, Alemanha). Fibroblastos gengivais de humanos foram submetidos à meio de cultura utilizando os cimentos. Foram obtidos no estudo os seguintes grupos experimentais: um grupo controle (células cultivadas em meio fresco); um grupo de células cultivadas com o cimento Endosequence BC Sealer e outro grupo de células cultivadas utilizando o cimento AH Plus. A viabilidade celular foi medida em 1, 3, 5 e 7 dias. A atividade antibacteriana foi analisada utilizando a bactéria *Enterococcus faecalis*. A genotoxicidade de um material está relacionada à quando em contato com o tecido periapical pode levar a danos no DNA das células, retardando ou inibindo o processo de cura. Neste estudo a genotoxicidade foi comparada através da formação de micronúcleos. Como resultado do estudo foi visto que, os meios de cultura submetidos ao cimento Endosequence BC Sealer, apresentaram maior número de células viáveis e menor formação de micronúcleos que o cimento AH Plus. Já em relação à atividade antibacteriana, o estudo demonstra que o cimento biocerâmico apresentou menor atividade antibacteriana comparado ao cimento resinoso em 1 hora de exposição. Em 24 horas de exposição foi visto através do Teste de Contato Direto (TCD), que ambos os materiais apresentaram eficácia na eliminação da *Enterococcus faecalis*. Concluiu-se que o cimento biocerâmico apresentou menor citotoxicidade e genotoxicidade, além disso, apresentou poder antibacteriano contra a *Enterococcus faecalis* semelhante ao cimento AH Plus. O efeito antibacteriano do biocerâmico se deve à difusão de pH e hidróxido de cálcio. Em relação à citotoxicidade ambos os cimentos apresentaram alguma citotoxicidade quando comparados ao grupo controle, porém, o cimento Endosequence demonstrou menor citotoxicidade comparado ao AH Plus. Estudos demonstram que essa toxicidade do AH Plus se deve à liberação de formaldeído de amins adicionadas para acelerar a polimerização, bem como a presença de bisfenol-A, bem conhecido por sua toxicidade.

Sequeira et al. (2018) fizeram um estudo objetivando avaliar a citocompatibilidade e citotoxicidade do PulpGuard, um novo material endodôntico. Foi feita a comparação desse material com outros dois materiais: o ProRoot MTA e o Biodentine. Para o estudo foram isoladas células da papila apical de terceiros molares com rizogênese incompleta de pacientes com indicação ortodôntica para extração. Essas células foram incubadas por 24, 48 ou 72 horas com diferentes

diluições, eluatos preparados a partir dos três materiais. Foram avaliadas a viabilidade celular, mobilidade e proliferação. As células foram cultivadas diretamente em contato com a superfície de cada material. Foi feita a análise através do microscópio eletrônico de varredura, e a composição química da superfície foi determinada a partir de uma espectroscopia de energia dispersiva. Os resultados obtidos no estudo demonstraram que as células que estavam em contato com os eluatos dos cimentos ProRoot MTA e PulpGuard apresentaram a taxa de viabilidade semelhante às das células controle. O Biodentine não diluído apresentou uma redução na viabilidade celular. O teste de cicatrização das feridas demonstrou que os eluatos do ProRoot e PulpGuard permitiram a migração celular sem impedimentos e proliferação. Quanto à adesão, foi observada na superfície de todos os materiais. Há a presença de alta abundância de cálcio no Biodentine e no ProRoot MTA. Alta abundância de silício e grande quantidade de zinco e cálcio no PulpGuard. Quando se trata de solubilidade o Biodentine e o ProRoot MTA apresentaram baixa solubilidade. Concluiu-se com esse trabalho que o PulpGuard apresentou biocompatibilidade.

Rodríguez-Lozano et al. (2019) realizaram um estudo para avaliar o potencial cementogênico e os efeitos biológicos dos cimentos GutaFlow Bioseal, Gutaflo 2 (Coltene, Suíça), MTA fillapex (Angellus, Londrina, PR-Brasil) e AH Plus (Dentsply, Alemanha), em células tronco do ligamento periodontal de humanos. Foram utilizadas amostras dos materiais para realização do experimento. As células do ligamento periodontal de humanos foram obtidas a partir de terceiros molares impactados que foram extraídos. Para avaliar a ligação das células, estas foram semeadas diretamente sobre as superfícies dos materiais e foram analisadas através do microscópio eletrônico de varredura. Os efeitos dos cimentos na proteína de cemento 1, pró-proteína de fixação derivada do cimento, sialoproteína óssea, ameloblastina, amelogenina e expressão gênica de alcalinofosfatase, foram investigados através de PCR e imunofluorescência. Os dados foram analisados, e percebeu-se que após 72 horas de cultura 90% das células se tornaram viáveis quando foram utilizados os cimentos GutaFlow Bioseal e o Gutaflo 2. Já os cimentos AH Plus e MTA Fillapex apresentaram baixos níveis de viabilidade celular. O GutaFlow Bioseal e o Gutaflo 2 apresentaram cicatrização dependendo de sua concentração, comparado aos outros dois cimentos. Porém, os cimentos AH Plus e

MTA Fillapex, apresentaram após 48 horas de incubação menor migração de células, comparados aos outros dois cimentos. Foi demonstrado, que nas amostras do cimento GutaFlow Bioseal houve maior adesão de células. Já, nas amostras dos outros cimentos houve menor adesão celular. Cabe ressaltar que células tratadas com os cimentos GuttaFlow Bioseal e GuttaFlow 2 exibiram um conjunto de fibras de tensão organizadas e esticadas semelhantes. Já as células tratadas com MTA-Fillapex e AH Plus, demonstraram redução significativa na quantidade de células e um conjunto de fibras de tensão de estiramento baixas. As células cultivadas com o GutaFlow Bioseal, apresentaram alto nível de expressão de amelogenina, ameloblastina, proteína de cimento 1 e pró-proteína de fixação derivada do cimento, no entanto, nos outros cimentos não houve a expressão de nenhuma proteína. Os cimentos GuttaFlow Bioseal e o GuttaFlow 2 não induziram apoptose celular, preservando as células. Porém, os cimentos AH Plus e MTA-Fillapex exibiram potencial citotóxico e por isso causaram apoptose celular. No estudo foi demonstrado ainda que, utilizando os extratos obtidos dos cimentos GuttaFlow apresentaram melhores características morfológicas e organização citoesquelética, do que as células tratadas com os cimentos AH Plus e MTA Fillapex. Tal diferença provavelmente se deve às propriedades dos materiais. Portanto foi concluído que os cimentos GuttaFlow apresentaram maior biocompatibilidade que o AH Plus e o MTA Fillapex.

O estudo realizado por Giacomino et al. (2019) teve o objetivo de comparar a biocompatibilidade e potencial osteogênico entre os cimentos biocerâmicos Endosequence BC Sealer e ProRoot ES em comparação com o Roth (Roth Internacional- Chicago), que é um cimento à base de óxido de zinco e eugenol e o AH Plus (Dentsply- Alemanha), que é um cimento à base de resina epóxi. Para a realização do estudo foram utilizadas células precursoras de osteoblastos, que foram expostas a concentrações de cada cimento durante 7 dias. A viabilidade celular foi determinada por ensaio de luminescência com base na quantificação de trifosfato de adenosina e o potencial osteogênico foi determinado por microscopia fluorescência através da expressão de marcadores osteogênicos específicos, como DMP-1, ALP e Phex. Foi possível avaliar no estudo que os cimentos biocerâmicos demonstraram excelente biocompatibilidade, enquanto foi detectada a morte celular

nos outros dois cimentos. Os cimentos biocerâmicos, demonstraram ainda diferenciação osteoblástica, o que não ocorreu nos outros dois cimentos.

3.1.2 pH e Atividade antimicrobiana

Poggio et al, realizaram um estudo em 2017, para avaliar a solubilidade e o pH dos cimentos: BioRoot RCS, TotalFill BC Sealer, MTA Fillapex, Sealapex TM, AH Plus, EasySeal, Pulp Canal Sealer e um grupo controle. As amostras foram preparadas utilizando moldes. A solubilidade foi determinada após 24 horas. Para verificar o valor do pH foi utilizado um medidor de pH digital após 3 e 24 horas da manipulação. Os resultados obtidos demonstraram que o BioRoot RCS e o TotalFill BC Sealer mostraram solubilidade maior. Os outros cimentos apresentaram o quesito de solubilidade de acordo com o preconizado pela ISO 6876, demonstrando uma solubilidade inferior a 3%. Em relação ao pH, o BioRoot RCS e o TotalFill BC Sealer apresentaram o pH alto ao longo do tempo, os outros cimentos apresentaram o pH baixo. De acordo com os autores a alcalinidade prolongada dos cimentos combinou com a da solubilidade, podendo proporcionar maiores efeitos biológicos e antimicrobianos.

Em 2020 Bose et al., realizaram um estudo com o propósito de comparar a atividade antimicrobiana e pH de alguns cimentos. Dois cimentos de silicato de cálcio disponíveis comercialmente, Total Fill BC (FKG swiss Endo, La Chaux-de-Fonds, Suíça) e BioRoot RCS (Septodont, Saint Maur-des-Fossess, França), o cimento à base de resina epóxi AH Plus (Dentsply DeTrey, Kontanz, Alemanha), e o cimento à base de óxido de zinco e eugenol, Tubli-seal (Kerr Italia, Salerno, Itália). As propriedades antimicrobianas dos cimentos recém-misturados foram investigadas usando o teste de contato direto (DCT) e um biofilme composto por cinco cepas endodônticas. Foi determinada usando contagens quantitativas viáveis e análise de microscopia confocal de varredura a laser (CLSM) com coloração viva/morta. O pH dos cimentos foi analisado durante um período de 28 dias em Hanks Balanced Salt Solution (HBSS). Análise de variância (ANOVA) com testes de Tukey e teste de Kruskal-Wallis foram utilizados para análise dos dados com significância de 5%. Como resultados da pesquisa foi visto que, todos os cimentos endodônticos exibiram atividade antimicrobiana significativa contra bactérias planctônicas ($p < 0,05$). O

BioRoot RCS causou uma redução significativa nas contagens viáveis dos biofilmes em comparação com AH Plus e o controle ($p < 0,05$), enquanto nenhuma diferença significativa pode ser observada em comparação com TotalFill BC e Tubli-seal ($p > 0,05$). A análise CLSM mostrou que BioRoot RCS e TotalFill BC exibiram inibição significativa do biofilme em comparação com Tubli-seal, AH Plus e o controle ($p < 0,05$). BioRoot RCS apresentou a maior morte microbiana, seguido por TotalFill BC e Tubli-seal. A atividade alcalinizante foi observada desde o início por BioRoot RCS, TotalFill BC e AH Plus. Após 28 dias, BioRoot RCS demonstrou o pH mais alto em HBSS ($pH > 12$). Portanto, chegaram a conclusão de que, os cimentos de silicato de cálcio exibiram propriedades antimicrobianas eficazes. Pois, demonstraram uma capacidade superior de inibição do biofilme e morte das bactérias, com grande capacidade alcalinizante em comparação com os selantes à base de epóxi e à base de óxido de zinco-eugenol.

Em 2020 Barbosa et al., realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o potencial antibacteriano de um cimento à base de silicato de cálcio (Bio-C Sealer, Angelus) contra bactérias comuns em lesões primárias e secundárias infecções endodônticas. As bactérias utilizadas foram: *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus mutans*. Estas, foram expostas ao Bio-C Sealer fresco por 24 h pelo método de difusão em ágar. Ademais, a atividade antibacteriana foi investigada contra biofilmes de *E. faecalis* e *S. mutans* (48 h) cultivados em discos utilizando Bio-C Sealer (Angelus), EndoFill (Dentsply-Mallefer), Sealer 26 (Dentsply), AH Plus (Dentsply), Sealapex (Sybron-Endo) e EndoSequence BC Sealer (Brasseler). A atividade antibacteriana foi analisada em um software de imagem e os dados foram comparados. Fresh Bio-C Sealer exibiu capacidade antimicrobiana contra todas as bactérias avaliadas, exceto para *S. mutans*. Os discos de todos os cimentos endodônticos testados apresentaram valores de UFC semelhantes para *E. faecalis* ($p > 0,05$). O *S. Mutans* apresentou maior suscetibilidade ao cimento Endofill quando comparado com os outros cimentos ($p < 0,05$). Os resultados do estudo indicaram que o Bio-C Sealer fresco não inibiu o crescimento de *S. mutans*, mas apresentou atividade antibacteriana contra *E. faecalis*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* e *E. coli*. Após a presa, o Bio-C Sealer exibe um potencial antimicrobiano comparável ao dos outros cimentos

avaliados em biofilme de *E. faecalis*, mas ainda inferior o de EndoFill para biofilme de *S.*

O estudo realizado em 2021 por Viana et al., teve objetivo de avaliar a atividade antimicrobiana dos cimentos biocerâmicos (Bio-C Sealer, Sealer Plus BC e BioRoot RCS) em comparação com os cimentos à base de resina (AH Plus, Sealer Plus e MTA Fillapex). Foram testados os cimentos frescos contra biofilmes de *Enterococcus faecalis*, usando testes de contato direto e indireto. Para o teste de contato direto (TCD), 0,15g de cada cimento fresco foi colocado sobre o biofilme formado em uma membrana composta de nitrato de celulose. Para o teste de contato indireto (TCI), uma nova membrana de nitrocelulose estéril foi colocada sobre o biofilme formado antes da inserção do cimento, o qual consiste em um teste restrito por membrana. As unidades formadoras de colônias foram contadas após 24 horas. Foi realizado também, um ensaio cristal violeta para avaliar os efeitos dos extratos dos cimentos na biomassa do biofilme. Medidas de densidade óptica foram usadas para quantificar a biomassa. No teste de contato direto, os resultados mostraram que todos os cimentos apresentaram diferença significativa em relação ao grupo controle ($P < 0,05$). Os cimentos biocerâmicos não apresentaram diferenças entre si, mas apresentaram diferença significativa com os cimentos à base de resina ($P < 0,05$). Em relação ao TCI, todos os cimentos testados apresentaram diferenças significativas em relação ao grupo controle. Nesta condição o Sealer Plus BC e Bio-C Sealer ofereceram ação maior do que a apresentada pelo AH Plus contra o biofilme de *E. faecalis* ($P < 0,05$). O ensaio de cristal violeta fornece informações sobre os efeitos dos materiais na biomassa do biofilme. Neste experimento, no extrato de 24 horas, apenas o Sealer Plus BC apresentou leituras de densidade óptica significativamente menores que o controle ($P < 0,05$). Além disso, Sealer Plus e Sealer Plus BC apresentaram diferença significativa em relação aos biocerâmicos Bio-C Sealer e BioRoot RC. Portanto, os cimentos biocerâmicos apresentaram maior atividade antimicrobiana que os cimentos à base de resina quando em contato direto com biofilmes ($P < 0,05$). Sealer Plus BC e Bio-C Sealer apresentaram maior atividade antimicrobiana do que AH Plus no teste indireto ($P < 0,05$), sugerindo maior difusão desses materiais. O ensaio cristal violeta revelou que o Sealer Plus BC foi o material mais eficaz na redução da massa do biofilme.

3.1.3 Capacidade de penetração nos túbulos dentinários e adesão

Carvalho et al. (2017), realizaram um estudo para avaliar a capacidade de adesão do cimento BC Sealer em comparação ao cimento AH-Plus (AH). Foram instrumentados 24 canais de pré-molares mandibulares que foram divididos em dois grupos. Cada raiz foi cortada em quatro fatias e o canal foi preenchido com os cimentos, sendo submetidos ao teste micro push-out (teste de microextração). As amostras foram analisadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os dados foram analisados e os resultados obtidos no teste de micro push-out, mostrou que o AH apresentou valores de resistência de união maior (16,29 MPa) comparado ao BC Sealer (9,48 MPa). Ambos os grupos apresentavam baixa quantidade de cimento.

Eltair et al., realizaram um estudo em 2017 com o objetivo de avaliar e comparar a capacidade de adaptação entre um cimento biocerâmico à base de silicato de cálcio (BC Sealer), utilizando BC gutapercha (gutapercha modificada) ou gutapercha convencional, comparando com o cimento resinoso AH Plus. Para o estudo foram utilizados setenta e dois pré-molares inferiores extraídos por razões diversas, e a amostra foi dividida em seis grupos. Foram obtidas diversas tomadas radiográficas. Depois do preparo químico-mecânico padronizado, quatro grupos foram obturados utilizando o cimento BC Sealer e BC gutapercha ou gutapercha convencional, e os outros dois grupos restantes foram obturados com o cimento resinoso AH Plus com a gutapercha convencional. Os dentes foram obturados através da técnica da compactação lateral, ou pela técnica de cone único. As amostras foram armazenadas durante 7 dias em solução salina tamponada a 37 graus Celsius. As raízes foram seccionadas em três partes e foram obtidas réplicas para serem analisadas utilizando microscópio eletrônico de varredura. Para cada amostra foi obtida uma fotomicrografia, e as imagens foram analisadas através de softwares. Como resultado, observou-se que todos os grupos apresentaram lacunas. Foi encontrada menor quantidade de lacunas entre os sistemas convencionais de gutapercha em comparação as amostras em que foi utilizada a gutapercha BC, o que contradiz o que é recomendado pelo fabricante, que preconiza o uso da gutapercha modificada em conjunto com o cimento BC sealer. Entretanto, foram encontradas pequenas lacunas entre o cimento BC Sealer e a dentina. O cimento biocerâmico à base de silicato de cálcio apresentou menor quantidade de lacunas

quando comparado ao AH Plus, isso pode ser atribuído ao pH alcalino do cimento biocerâmico que leva à degradação do colágeno da dentina, que pode facilitar a penetração do cimento no interior dos túbulos dentinários. Além disso, o cimento biocerâmico apresenta uma característica de ser hidrofílico, o que permite que o cimento se espalhe facilmente pelas paredes do canal favorecendo uma melhor adaptação e ainda, pelo tamanho das suas partículas e a característica de material pré-misturado que é introduzido no canal com o auxílio da ponta capilar que vem junto com o cimento, que pode facilitar a sua penetração no canal. Em relação à técnica utilizada, não houve nenhuma alteração na adaptação do cimento. No estudo foi possível observar que não há vantagem na utilização de BC guta-percha. O cimento AH Plus apresentou maior quantidade de lacunas quando comparado ao cimento BC sealer.

Yap et al. (2017) objetivaram no seu estudo avaliar a resistência e falhas de união de alguns cimentos endodônticos. Foram utilizados um total de 180 fatias de 60 raízes de incisivos centrais superiores extraídos, sendo que os dentes foram preparados e divididos em 5 grupos. No grupo 1 foi utilizado o cimento resinoso AH Plus com a guta-percha convencional, no grupo 2 foi utilizado o cimento TotalFill BC com guta-percha revestida com TotalFill BC, no grupo 3 foi utilizado o cimento TotalFill BC com a guta-percha convencional, no grupo 4 o cimento EndoREZ sealer com a guta-percha revestida com EndoREZ e no grupo 5 o cimento EndoREZ com a guta-percha convencional. Foi avaliada a resistência de união de 18 fatias de cada grupo em 2 semanas, e as outras 18 fatias com 3 meses após a obturação. Depois disso, os dados foram analisados e o resultado demonstrou que os grupos 4 e 5 apresentaram menor capacidade de adesão que os grupo 1, 2 e 3. A capacidade de união nos grupos 2 e 3 apresentou um aumento com o tempo. O estudo ainda demonstrou que o cimento TotalFill apresentou resistência de união comparável ao cimento AH Plus, o que pode ser atribuído à alta fluidez do cimento TotalFill BC, permitindo uma maior penetração do cimento no interior dos túbulos dentinários, havendo um embricamento micromecânico, resultando numa maior adesão. Além disso, a incorporação de fosfato de cálcio no cimento facilita a reação com o hidróxido de cálcio após a ativação pela umidade que permanece nos túbulos, produzindo a hidroxiapatita. A hidroxiapatita é co-precipitada, havendo a fase de hidrato de silicato de cálcio para produzir uma estrutura tipo compósito, que reforça

o cimento fixo. O sistema de obturação EndoREZ apresentou baixa capacidade de adesão e que ainda diminuiu com o tempo.

Candeiro et al. (2018) realizaram um estudo que teve o objetivo de avaliar a capacidade de penetração de dois cimentos endodônticos, o biocerâmico Endosequence BC Sealer em comparação ao resinoso AH Plus. Vinte e seis primeiros pré-molares superiores de duas raízes foram instrumentados, e em cada raiz, foram criados seis canais laterais de dois diâmetros (0,06 e 0,10 mm). Os espécimes foram divididos em dois grupos de acordo com o cimento utilizado e foi realizada a obturação através da técnica de cone único. Foram obtidos escores de 0 a 4 de acordo com o grau de penetração dos cimentos nos canais laterais. Os dados foram analisados e foi observada uma diferença insignificante entre os dois materiais. O diâmetro do canal lateral influenciou apenas na capacidade de penetração que foi maior do Endosequence BC sealer nos canais laterais de diâmetro de 0,10 mm, e isso provavelmente se deve à fluidez do material quando comparado ao cimento resinoso, onde a capacidade de penetração não foi influenciada pelo diâmetro do canal lateral. Portanto, foi concluído que a capacidade de penetração dos dois cimentos foi semelhante no preenchimento de canais laterais simulados.

O estudo de Arikatla et al., realizado em 2018 teve o objetivo de avaliar a capacidade de penetração e adaptação interfacial dos cimentos Bioroot RCS, MTA Plus e o AH Plus. Sessenta pré-molares inferiores foram preparados e divididos em três grupos, de acordo com o cimento utilizado. Após 7 dias da obturação realizada utilizando a técnica da condensação lateral, metade das amostras de cada grupo foram seccionadas transversalmente para medir a capacidade de penetração nos túbulos dentinários. Para avaliar a adaptação do cimento foram obtidos cortes longitudinais nas demais amostras. Foram utilizados métodos para analisar as amostras e os resultados obtidos demonstraram que o cimento AH Plus mostrou capacidade de penetração nos túbulos maior, e menos lacunas que os cimentos biocerâmicos. O MTA Plus apresentou mais lacunas interfaciais e menor penetração que o cimento Bioroot RCS. Os autores concordam que áreas pouco preenchidas do sistema de canal podem favorecer o crescimento bacteriano e originarem falhas no tratamento.

O estudo de Osiri et al., em 2018 realizou comparação, com base em resistência à fratura de raízes, utilizando cone de guta-percha modificado (cone biocerâmico TotalFill) em conjunto com o cimento biocerâmico BCS (TotalFill, FKG, Suíça), em relação ao cone de guta-percha convencional em conjunto com o cimento resinoso AH Plus. Oitenta e quatro raízes de pré-molares inferiores extraídos por indicação ortodôntica foram utilizados. Para avaliar a resistência à fratura quarenta dentes foram divididos em quatro grupos, sendo estes grupos classificados em: raízes intactas (controle negativo), raízes preparadas mas não obturadas (controle positivo), raízes obturadas com a guta modificada com o cimento TotalFill, e o último grupo guta-percha convencional com o cimento AH Plus. Os canais foram obturados pela técnica de cone único e foi condensado verticalmente. Para avaliar a resistência de união por pressão, dois grupos com dez dentes cada, foram utilizados, um grupo cimentado com a guta modificada e o cimento biocerâmico e o outro grupo com a guta-percha convencional e o cimento resinoso. As raízes foram fatiadas no sentido coronal, média e apical, e foram analisadas usando microscopia confocal de varredura a laser. Para avaliar a penetração do cimento foram utilizadas vinte e quatro raízes, divididas em dois grupos, e foram cortadas em secção transversal utilizando da mesma forma os cimentos com os cones como descritos anteriormente. Como resultado, demonstrou-se que, em relação à resistência à fratura entre os grupos cone de guta biocerâmico com o cimento biocerâmico, guta-percha convencional com o cimento resinoso e o grupo das raízes intactas não foi significativamente diferente. Em relação à resistência de união, o cone de guta biocerâmico em conjunto com o cimento biocerâmico demonstraram maior resistência de união em comparação ao grupo que foi utilizado guta-percha convencional em conjunto com o AH Plus principalmente na região apical.

4 DISCUSSÃO

Cerâmicas podem ser definidas como materiais inorgânicos não metálicos, formados pelo aquecimento de materiais brutos em elevadas temperaturas. Já as biocerâmicas, são materiais cerâmicos biocompatíveis, que são utilizados na área odontológica e na área da medicina. Os cimentos a base de biocerâmicas foram introduzidos no mercado nos últimos 30 anos.

De acordo com AL-Haddad e Aziz (2016) e Raghavendra et al. (2017), na endodontia os cimentos biocerâmicos são classificados de acordo com a sua composição, mecanismo de configuração e sua consistência, em: Bioinertes, que não interagem com o sistema biológico (Alumina, Zircônia); Bioativos, que interagem com os tecidos circundantes (Vidros bioativos, Cerâmicas de vidro bioativas, hidroxiapatita, Silicatos de Cálcio); Bioabsorvíveis, Solúveis ou reabsorvíveis, ou até mesmo substituído ou incorporado no tecido (Fosfato Tricálcio, Vidros bioativos).

Raghavendra et al. (2017), ainda complementam, relatando que esses materiais ainda podem ser divididos em: Cimentos à base de silicato de cálcio (Portland), Agregado Trióxido Mineral (MTA), Biodentine (Septodont, França), Endo CPM Sealer (EGO SRL, Buenos Aires, Argentina), MTA Fillapex (Angelus, Brasil), BioRoot RCS (Septodont, França), TechBiosealer (Profident, Kielce, Polônia); Fosfato de cálcio / Fosfato tricálcico / Base de hidroxiapatita e mistura de silicatos de cálcio e fosfato de cálcio - iRoot BP, iRoot BP Plus, iRoot FS (Innovative Bioceramix Inc., Vancouver Canadá), EndoSequence BC Sealer (Brasseler, Savannah, GA, EUA) Total Fill, Bioaggregate (Innovative Bioceramix Inc., Vancouver, Canadá), Tech Biosealer, Ceramicrete (Argonne National Lab, Illinois, EUA).

Salles et al. (2012), Raghavendra et al. (2017) e Poggio et al. (2017) relataram que o MTA foi o primeiro material biocerâmico introduzido no mercado, criado a partir de estudos realizados na Universidade de Loma Linda na Califórnia (EUA) em 1993. Em 1998 recebeu a aprovação para utilização em humanos pela Food and Drug Administration (FDA).

Em 1999 o MTA é lançado nos Estados Unidos pela empresa Dentsply com o nome Pro Root.

Em 2001, o MTA é lançado comercialmente no Brasil pela Angelus (MTA Angelus), sendo que só em 2011 ele foi aprovado pela FDA.

Salles et al. (2012) revelam que nos anos 90 o MTA foi o material considerado de escolha para reparo de perfuração radicular.

De acordo com Utneja et al. (2015), o MTA é um material promissor no que diz respeito à vedamento.

Gandolfi et al. (2015) evidenciaram que o primeiro de todos os cimentos à base de Silicato de Cálcio foi o cimento Portland cinza, que recebeu o nome de ProRoot MTA (MTA cinza G-MTA). Seu uso foi inicialmente proposto para terapia pulpar em casos de necessidade de obturação retrógrada, perfurações radiculares ou ainda em casos de reabsorção interna e externa.

Raghavendra et al. (2017) e Poggio et al. (2017) concordaram com Gandolfi et al. (2015) quando retraram que em 2004, o Write ProRoot MTA (MTA branco) foi introduzido no mercado. Neste material foram removidos os íons de ferro que causavam o escurecimento na coroa dos dentes em que era usado o MTA cinza e foi introduzido o óxido de bismuto como agente que promove a radiopacidade do material. O MTA tem a capacidade de liberar cálcio e hidroxila no local, formando a apatita quando entra em contato com os tecidos periapicais. Hoje em dia, existe no mercado também o MTA Angellus (Londrina-PR, Brasil) este possuindo vantagem de custo baixo, quando comparado ao custo do ProRoot MTA cinza e branco.

Salles et al. (2012) salientaram que, o MTA induz a proliferação de fibroblastos do ligamento periodontal, e por estimularem a diferenciação dos osteoblastos favorece a formação de tecido mineralizado na região. Além disso, apresenta biocompatibilidade e bioatividade. Porém, devido à dificuldade de manipulação desses materiais, alguns cientistas se propuseram a melhorar suas características, levando à criação de novos materiais à base de MTA, como por exemplo o MTA Fillapex (Angellus, Londrina, Brasil), que apresenta características de estimulação da cicatrização nos tecidos periapicais e excelentes propriedades biológicas, adesividade, estabilidade dimensional, tempo de trabalho adequado, radiopacidade e poder antibacteriano.

Antigamente o MTA era tradicionalmente considerado um material de reparo, como ProRoot MTA que foi o primeiro introduzido no mercado.

Nos estudos de Salles et al. (2012), Jitaru et al. (2016), Morotomi et al. (2016) Raghavendra et al. (2017) e Guo et al. (2019), relatam as propriedades do MTA descritas a seguir:

A biocompatibilidade; resistência à compressão; bioatividade que leva a formação da apatita; tempo de presa adequado (a reação de presa do MTA ocorre pelo processo de hidratação, obtendo-se Silicato de Cálcio hidratado e hidróxido de cálcio que é liberado ao longo do tempo); pH alcalino que aumenta a efetividade de ação antibacteriana (o potencial antibacteriano também está relacionado à liberação de hidróxido de cálcio, que tem semelhança com as pastas de hidróxido de cálcio); microdureza; ótima capacidade de vedamento devido à formação de hidroxiapatita; tamanho das partículas é pequeno; modula a produção de citocinas; capacidade de produção de camada de hidroxiapatita quando em contato com fluídos corpóreos; é radiopaco.

Estudos relatam que a radiopacidade do MTA tem as características semelhantes ao cimento do Portland (Votoran São Paulo- SP, Brasil), cimento usado para construção civil, no qual a criação do MTA foi baseada.

Alguns autores como: Morotomi et al. (2016), Raghavendra et al. (2017), Poggio et al. (2017) e Guo et al. (2019) concordaram em relação as desvantagens do MTA como por exemplo o escurecimento do dente (MTA cinza); dificuldade de manipulação (ProRoot); tempo de presa longo; exige a presença de umidade para ocorrer o processo de endurecimento; custo alto; quando há necessidade de colocar medicação intracanal entre as sessões do tratamento, a utilização de medicação intracanal como o hidróxido de cálcio, esta deve ser removida completamente do canal porque ela interfere na adesão do MTA; difícil remoção se houver necessidade de posteriormente realizar retratamento do canal.

Morotomi et al. (2016) esclareceram que vários materiais foram introduzidos no mercado para superar as desvantagens que o MTA original apresentava, como por exemplo, a adição ao MTA de cloreto de cálcio favorecendo a diminuição do tempo de presa, a substituição de um componente do cimento Portland no MTA e a introdução do silicato tricálcico puro, favorecendo a melhora das propriedades físico-químicas do material, e também a criação de cimentos à base de silicato de cálcio modificados por resina, sendo que estes apresentam propriedades físicas superiores ao MTA convencional, porém, apresentam características mais citotóxicas.

Desde o surgimento do MTA, outros cimentos com propriedades biocerâmicas foram sendo introduzidos no mercado, e desde então vários estudos têm sido realizados para avaliar as propriedades dos materiais biocerâmicos.

Quando se trata de biocompatibilidade e bioatividade, os autores Salles et al. (2012), Gandolfi et al. (2015), Bueno et al. (2016), Yap et al. (2017), Candeiro et al. ((2016), Sequeira et al. (2018) e Giacomino et al. (2019) concordam que os cimentos biocerâmicos apresentam ótima biocompatibilidade e ainda apresenta capacidade de induzir a formação de hidroxiapatita.

Já Rodríguez-Lozano et al. (2017) relataram que o MTA-Fillapex apresentou no citotoxicidade e baixos níveis de viabilidade celular como o cimento AH Plus. Porém, os outros cimentos biocerâmicos apresentaram viabilidade e organização celular o que indicam a capacidade mineralizadora dos cimentos.

Como foi citado anteriormente por Morotomi et al., (2016) como o cimento MTA-F é um biocerâmico que possui componentes resinosos pode apresentar essa desvantagem de ser mais citotóxico.

Porém, no estudo de Salles et al. (2012) demonstrou que após o tempo de presa do MTA-Fillapex, a citotoxicidade diminui e este apresenta ótima capacidade de estimular as células a formação de cristais de apatita.

Os autores AL-Haddad e Aziz (2016) e Rodríguez-Lozano et al., (2019) relataram que os materiais obturadores devem apresentar biocompatibilidade para que, quando em contato com os tecidos periapicais, não causem reações adversas. Quando se fala na capacidade de mineralização essa é uma grande característica dos materiais biocerâmicos, pois estes induzem à formação de hidroxiapatita.

Rodríguez-Lozano et al., (2019), ainda complementam explicando que os novos materiais bioativos representam um novo conceito de preenchimento dos canais. Estes materiais interagem muitas vezes com os tecidos e permitem ou estimulam a deposição do cimento, promovendo um selamento biológico e induzindo o processo de cicatrização. Na região dos tecidos periapicais há uma grande variedade de células tronco mesenquimais, que apresentam alta atividade anti-inflamatória e imunomoduladora, e capacidade de se diferenciarem em diferentes células especializadas como, por exemplo, osteoblastos, cementoblastos, adipócitos e condrócitos, dependendo da necessidade. Estas células demonstram capacidade de formação de osso alveolar, tecido gengival, cimento, ligamento periodontal, nervos e vasos sanguíneos.

Complementando Giacomino et al., (2019) afirmam que depois do tratamento endodôntico adequado, a cicatrização óssea é amplamente dependente da

diferenciação e atividade dos osteoblastos. Após a remoção das bactérias, para possibilitar a cura da periodontite apical é necessária a indução da proliferação de precursoros de osteoblastos e de células-tronco da medula óssea, levando à remineralização dos tecidos periapicais. Portanto, cimentos endodônticos com a capacidade de melhorar a osteogênese possuem o potencial de promover o processo de cura mais rápido na região periapical. No estudo realizado por eles foi visto que onde foi utilizado os cimentos biocerâmicos ocorreu diferenciação osteoblástica.

Gandolfi et al. (2015), revelam que os materiais utilizados em terapia de capeamento pulpar direto devem apresentar propriedades específicas, por exemplo: biocompatibilidade, bioatividade e biointeratividade. A alta taxa de liberação de cálcio pelos cimentos à base de Silicato de Cálcio é a razão para que ocorra a formação de apatita nas superfícies, e com isso induzir a cicatrização na região. O estudo realizado pelos autores demonstrou que os cimentos à base de silicato de cálcio são materiais que possuem propriedades bioativas, ou seja, são materiais liberadores de íons e formadores de hidroxiapatita, devido à alta taxa de liberação de cálcio e rápida formação de apatita, isso formaria um arcabouço que induziria a formação de tecido dentinário, favorecendo a cicatrização clínica.

Morotomi et al. (2016) revelam que o MTA apresenta vantagem em relação ao Hidróxido de cálcio em casos de terapia de capeamento pulpar ou pulpotomia porque apresentam diversas propriedades, como por exemplo maior capacidade de selamento, melhor estabilidade, adesão na presença de umidade e ainda estimula a formação de tecido dentinário com menor reação inflamatória, e ainda há menor probabilidade de levar a necrose pulpar.

Candeiro et al. (2016) relatam que, reações inflamatórias causadas pela extrusão de materiais obturadores de canal, são complicações que podem ocorrer frequentemente. Por esse motivo, as características biológicas dos cimentos são de extrema importância para obtenção do sucesso clínico.

Entre as propriedades dos biocerâmicos estão o pH e atividade antimicrobiana.

Os autores Poggio et al. (2017), Bose et al. (2020), Barbosa et al. (2020) e Viana et al. (2021) concordam que os cimentos biocerâmicos apresentam elevado e pH alta atividade antimicrobiana.

Poggio et al. (2017), relataram que os cimentos biocerâmicos apresentam pH entre 10 e 12, o que caracteriza pH alcalino. Já quando se trata da solubilidade desses materiais, os autores relatam que os cimentos biocerâmicos demonstraram solubilidade maior que os valores preconizados pela ISO 6876, ou seja, a solubilidade foi maior que 3%. Ainda complementam dizendo que a alcalinidade combinou com a solubilidade dos cimentos, proporcionando maiores valores biológicos e antimicrobianos. Os autores, ainda esclarecem que os cimentos devem apresentar baixa solubilidade, pois a degradação gera falhas ao longo da interface e promoveria uma via para os micro-organismos. O pH dos cimentos deve ser alcalino, pois contribui para o potencial osteogênico, porque neutraliza o ácido láctico dos osteoclastos prevenindo a dissolução dos tecidos mineralizados dos dentes, permitindo reparação tecidual e formação de hidroxiapatita. Além disso, o pH relaciona-se com a capacidade de biocompatibilidade e capacidade antimicrobiana dos cimentos.

O resultado do estudo de Bose et al. (2020) veio para confirmar o que já havia sido relatado por Poggio et al., 2017. Foi visto que, os cimentos biocerâmicos apresentaram atividade alcalinizante desde o início e maior morte microbiana. Os autores afirmam que, colônias bacterianas multiespécies existem dentro do canal radicular infectado na forma de biofilmes, tornando-os resistentes a agentes antimicrobianos. A remoção completa do biofilme do canal é um desafio devido à complexa anatomia do sistema de canais radiculares, resultando na inibição da penetração adequada do irrigante e contato com o biofilme. Portanto, os microorganismos residuais podem permanecer na fase de obturação podendo ter um efeito significativo no resultado do tratamento endodôntico e levar a infecções persistentes. Os cimentos são necessários para selar a interface entre o núcleo obturador e a dentina do canal radicular, preenchendo os vazios. Além disso, os cimentos que exibem ação antimicrobiana podem ajudar na redução de microorganismos residuais, melhorando assim o resultado tratamento endodôntico.

No estudo de Barbosa et al., realizado em 2020, o cimento biocerâmico Bio-C Sealer fresco não inibiu o crescimento do *S. Mutans*, mas ainda assim apresentou atividade antimicrobiana contra outras bactérias. Depois da presa o cimento apresentou potencial antimicrobiano como o dos outros cimentos avaliados em biofilme de *E. Faecalis*. Porém, ainda menor que o Endofill para o *S. Mutans*.

No estudo de Viana et al. (2021) foi visto que os cimentos endodônticos biocerâmicos apresentaram melhor ação antibacteriana contra biofilmes de *E. faecalis* do que os cimentos resinosos. Estes autores consideram o MTA-Fillapex como sendo um cimento resinoso.

O mecanismo de adesão dos biocerâmicos à dentina ainda não é tão esclarecido. Porém, os autores Kakoura e Pantelidou (2018) propõem que a união formada entre os cimentos biocerâmicos e as paredes dentinárias é dada por uma ancoragem micromecânica e por adesão química do cimento à dentina.

Já AL-Haddad e Aziz (2019) e Eltair et al. (2017) sugerem que a ligação de cimentos à base de Silicato de Cálcio se deva a: capacidade das partículas de penetrarem no interior dos túbulos dentinários; formação de uma área de infiltração mineral após ocorrer a desnaturação de fibras de colágeno, por conta do pH alcalino dos cimentos, processo este que favorece a penetração do cimento na dentina intertubular; ocorrência de reação do Silicato de Cálcio na presença da umidade, produzindo hidróxido de cálcio e silicato de cálcio, resultando na formação de hidroxiapatita na região da infiltração mineral.

Eltair et al. (2017) relataram que dentre os primeiros biocerâmicos introduzidos no mercado está o TotalFill BC (FKG, Suíça), que possui a mesma composição que o Endosequence BC Sealer (Brasseler, Savannah, GA, EUA). De acordo com o fabricante, este cimento deve ser utilizado em combinação com a guta-percha TotalFill (FKG, Suíça) para que haja uma melhor adaptação. No entanto, essa hipótese foi descartada no estudo realizado foi possível observar ainda que não há vantagem na utilização de BC guta-percha (guta-percha modificada). Foi visto que o cimento biocerâmico apresenta uma característica de ser hidrofílico, o que permite que o cimento se espalhe facilmente pelas paredes do canal favorecendo a uma melhor adaptação. O cimento resinoso AH Plus apresentou maior quantidade de lacunas quando comparado ao cimento BC sealer.

Já no estudo de Yap et al. (2017) demonstrou que o cimento TotalFill apresentou resistência de união comparável ao cimento AH Plus. Estes autores concordam com Eltair et al. (2017) no que diz respeito ao uso da guta-percha modificada, não houve melhora significativa entre o seu uso e o uso da guta-percha convencional.

No estudo de Candeiro et al. (2018) apresentou penetração maior do cimento biocerâmico Endosequence BC sealer quando comparado com o cimento AH Plus. Isso também se deve à alta fluidez do cimento biocerâmico. Concordando então com o que foi relatado por Eltair et al. (2017).

Osiri et al. (2018) complementam o que foi relatado por Eltair et al., (2017), relatando que o cone de guta-percha modificado apresenta na sua superfície externa nanopartículas de silicato de cálcio. É recomendado pelo fabricante a utilização em conjunto do cimento biocerâmico com o cone de guta-percha modificado, utilizando a técnica do cone único. Os autores concordam que os cimentos biocerâmicos tem maior grau de penetração nos túbulos dentinários em comparação com o cimento resinoso AH Plus.

Entretanto, contradizem com o que foi relatado no estudo de Carvalho et al. (2017), onde os autores obtiveram resultados que mostrou que o AH Plus apresentou valores de resistência de união maior do que o BC Sealer.

Para os autores Arikatla et al., (2018) o cimento resinoso mostrou maior capacidade de penetração nos túbulos e menos lacunas que os cimentos biocerâmicos.

5 CONCLUSÃO

Os cimentos biocerâmicos representam um grande avanço tecnológico quando se trata de materiais obturadores de canal. Estes materiais apresentam ótimas propriedades dentre elas:

- Biocompatibilidade, pois não causam reações adversas se extravasados;
- Bioatividade, por induzirem a proliferação de fibroblastos do ligamento periodontal e por estimularem a diferenciação dos osteoblastos, favorecendo a formação de tecido mineralizado na região;
- Capacidade de adesão, que ocorre por ancoragem micromecânica e adesão química do cimento à dentina;
- Poder antibacteriano. Melhor ação antimicrobiana contra a *Enterococcus faecalis* em comparação com os cimentos resinosos;
- pH alcalino. Entre 10 e 12, o que contribui para o potencial osteogênico.

Entretanto, mais estudos comparativos devem ser realizados para avaliar outras propriedades dos cimentos biocerâmicos.

REFERÊNCIAS

- AL-HADDAD, A.; AZIZ, Z.A.C.A. **Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review**. *Int J Biomater*. 2016. Disponível em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=115089454&lang=pt-br&site=eds-live>. Acesso em: 20 out. 2023.
- ARIKATLA, S.K.; CHALASANI, U.; MANDAVA, J.; YELISELA, R.K. **Interfacial adaptation and penetration depth of Bioceramic endodontic sealers**. *J Conserv Dent*. 2018.
- BARBOSA, V.M.; PITONDO-SILVA, A.; OLIVEIRA-SILVA, M.; MARTORANO, A.S.; RIZZI-MAIA, C.C.; SILVA-SOUSA, Y.; CASTRO-RAUCCI, L.; RAUCCI NETO, W. **Antibacterial activity of a new ready-to-use calcium silicate-based sealer**. *Brazilian Dental Journal*. 2020; 31(6): 611–616. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202003870>. Acesso em: 20 out. 2023.
- BOSE, R.; IOANNIDIS, K.; FOSCHI, F.; BAKHSH, A.; KELLY, R.D.; DEB, S.; MANNOCCI, F.; NIAZI, S.A. **Antimicrobial effectiveness of calcium silicate sealers against a nutrient-stressed multispecies biofilm**. *Journal of Clinical Medicine*. 2020; 9(9): 2722. <https://doi.org/10.3390/jcm9092722>. Acesso em: 20 out. 2023.
- BUENO, C.R.E.; VALENTIM, D.; MARQUES, V.A.S.; GOMES-FILHO, J.E.; CINTRA, L.T.A.; JACINTO, R.C.; et al. **Biocompatibility and biomineralization assessment of bioceramic-, epoxy-, and calcium hydroxide-based sealers**. *Braz. oral. res*. 2016; 30(1): e81. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-83242016000100267&lng=en. Acesso em: 20 out. 2023.
- CANDEIRO, G.T. de M.; LAVOR, A.B.; LIMA, I.T. de F.; GOMES, N.V.; IGLECIAS, E.F.; GAVINI, G. et al. **Penetration of bioceramic and epoxy-resin endodontic cements into lateral canals**. *Braz. Oral Res*. [Internet]. 2018;33:e49. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31141039>. Acesso em: 20 out. 2023.
- CANDEIRO, G.T. de M.; MOURA-NETTO, C.; D'ALMEIDA-COUTO, R.S.; AZAMBUJA-JÚNIOR, N.; MARQUES, M.M.; CAI, S.; GAVINI, G. **Cytotoxicity, genotoxicity and antibacterial effectiveness of a Bioceramic endodontic sealer**. *Int Endod J*. 2016;49(9):858-864.
- CARVALHO, C.N.; GRAZIOTTIN-SOARES, R.; CANDEIRO, G.T. de M.; MARTINEZ, L.G.; OLIVEIRA, O.S.; BAUER, J. et al. **Micro Pus-out Bond Strength and**

- Bioactivity Analysis of a Bioceramic Root Canal Sealer.** Iran Endod J. 2017;12(3):343-348.
- ELTAIR, M.; PITCHIKA, V.; HICKEL, R.; KÜHNISCH, J.; DIEGRITZ, C. **Evaluation of the interface between gutta-percha and two types of sealers using scanning electron microscopy (SEM).** Clin Oral Invest. 2017;22(4):1631-1639.
- GANDOLFI, M.G.; SIBONI, F.; BOTERO, T.; BOSSU, M.; RICCITIELLO, F.; PRATI, C. **Calcium silicate and calcium hydroxide materials for pulp capping: biointeractivity, porosity, solubility and bioactivity of current formulations.** J Appl Biomater Funct Mater. 2015;13(1):43-60.
- GIACOMINO, C.M.; WEALLEANS, J.A.; KUHN, N.; DIOGENES, A. **Comparative Biocompatibility and Osteogenic Potential of Two Bioceramic Sealers.** J Endod. 2019;45(1):51-56.
- GUO, Y.; DU, T.; LI, H.; SHEN, Y.; MOBUCHON, C.; HOEAWY, A.; et al. **Physical properties and hydration behavior of a fast-setting Bioceramic endodontic material.** BMC Oral Health [Internet]. 2016 Feb 20; 16:1-6. Disponível em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ddh&AN=113211368&lang=pt-br&site=eds-live>. Acesso em: 20 out. 2023.
- HRAB, D.; CHISNOIU, A.M.; BADEA, M.; MOLDOVAN, M.; CHISNOIU, R.M. **Comparative radiographic assessment of a new bioceramic-based root canal sealer.** Clujul Med. 2017;90(2):226-230.
- JITARU, S.; HODISAN, I.; TIMIS, L.; LUCIAN, A.M.; BUD, M. **The use of Bioceramics in Endodontics – literature review.** Clujul Med. 2016;89(4):470-473.
- KAKOURA, F.; PANTELIDOU, O. **Retreatability of root canals filled with Gutta percha and a novel Bioceramic sealer: A scanning electron microscopy study.** J Conserv Dent. 2018;21(6):632-636.
- MOROTOMI, T.; WASHIO, A.; KITAMURA, A. **Current and future options for dental pulp therapy.** Jpn Dent Sci Rev. 2019;55(1):5-11.
- OSIRI, S.; BANOMYONG, D.; SATTABANASUK, V.; YANPISET, K. **Root Reinforcement after Obturation with Calcium Silicate-based Sealer and Modified Gutta-percha Cone.** J Endod. 2018;44(12):1843-1848.
- POGGIO, C.; DAGNA, A.; CECI, M.; MERAVINI, M.; COLOMBO, M.; PIETROCOLA, G. **Solubility and pH of bioceramic root canal sealers: A comparative study.** J Clin Exp Dent. 2017;9(10):1189-1194.

RAGHAVENDRA, S.S.; JADHAV, G.R.; GATHANI, K.M.; KOTADIA, P. **Bioceramics in Endodontics – a review.** J Istanbul Univ Fac Dent. 2017;51(3):128-137.

RODRÍGUEZ-LOZANO, F.J.; COLLADO-GONZÁLEZ, M.; TOMÁS-CATALÁ, C.J.; GARCÍA-BERNAL, D.; LÓPEZ, S.; MORADELA, J.M.; et al. **GuttaFlow Bioseal promotes spontaneous differentiation of human periodontal ligament stem cells into cementoblast-like cells.** Dent. mater. 2019;35:114-124.

SALLES, L.P.; GOMES-CORNÉLIO, A.L.; GUIMARÃES, F.C.; HERRERA, B.S.; BAO, S.N.; ROSSA-JUNIOR, C.; et al. **Mineral Trioxide Aggregate-based Endodontic Sealer Stimulates Hydroxyapatite Nucleation in Human Osteoblast-like Cell Culture.** J Endod. 2012;38(7):971-976.

SEQUEIRA, D.B.; SEABRA, C.M.; PALMA, P.J.; CARDOSO, A.L.; PEÇA, J.; SANTOS, J.M. **Effects of a New Bioceramic Material on Human Apical Papilla Cells.** J Funct Biomater. 2018;9(4):74.

UTNEJA, S.; NAWAL, R.R.; TALWAR, S.; VERMA, M. **Current perspectives of bio-ceramic technology in Endodontics: calcium enriched mixture cement – review of its composition, properties and applications.** Restor Dent Endod. 2015;40(1):1-13.

VIANA, F.L.P.; VIVAN, R.R.; PINHEIRO, E.T.; DUARTE, M.A.H.; ZANIN, I.C.J.; VASCONCELOS, B.C. **Atividade antimicrobiana de novos cimentos endodônticos biocerâmicos.** Research, Society and Development. 2021;10(8):e52910817593. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17593>. Acesso em: 20 out. 2023.

YAP, W.Y.; AZIZ, Z.A.C.A.; AZAMI, N.H.; AL-HADDAD, A.Y.; HHAN, A.A. **An in vitro Comparison of Bond Strength of Different Sealers/Obturation Systems to Root Dentin Using the Push-Out Test at 2 Weeks and 3 Months after Obturation.** Med Princ Pract. 2017;26(5):464-469.