

USO DOS CIMENTOS BIOCERÂMICOS COMO MATERIAL OBTURADOR DO SISTEMA DE CANAIS NA ENDODONTIA: NOVAS PERSPECTIVAS

Saulo Sandro da Silva Santos

SOBERANA- Faculdade de Saúde de Petrolina.

<http://lattes.cnpq.br/6073224662492470>

<https://orcid.org/0009-0008-3613-703X>

E-mail: saulo_sandro@hotmail.com

José Vangean de Gois Silva

SOBERANA- Faculdade de Saúde de Petrolina.

<http://lattes.cnpq.br/9376504743949976>

<https://orcid.org/0009-0001-8977-8542>

E-mail: gean.jvsodonto@gmail.com

Fabio Carmona Tirintan

SOBERANA- Faculdade de Saúde de Petrolina.

<http://lattes.cnpq.br/5009295675142124>

<https://orcid.org/0000-0002-5009-3685>

DOI-Geral: <http://dx.doi.org/10.47538/RA-2023.V2N4>

DOI-Individual: <http://dx.doi.org/10.47538/RA-2023.V2N4-60>

RESUMO: A obturação dos canais radiculares é crucial para o sucesso do tratamento endodôntico, quando realizada com precisão. A combinação da guta-percha, usada para substituir o tecido pulpar, com um cimento obturador é uma prática comum, havendo diversas opções no mercado atualmente. Entre essas alternativas, destaca-se o Cimento Biocerâmico, promissor na odontologia e, principalmente, na endodontia. Este estudo se propôs a revisar a literatura sobre o uso dos cimentos biocerâmicos na obturação dos sistemas de canais radiculares (SCR), abordando suas características, mecanismo de ação, propriedades biológicas, físico-químicas, vantagens e desafios. Um cimento endodôntico eficaz deve proporcionar um selamento tridimensional entre o material obturador e as paredes dentinárias, atuando como uma barreira contra microrganismos, sendo biocompatível com tecidos periapicais, antimicrobiano, adesivo, com bom escoamento e menor tempo de trabalho. Apesar da variedade de cimentos disponíveis, ainda não se tem um material que preencha todos os requisitos ideais. Com a introdução de novas composições, como os biocerâmicos, observa-se uma nova geração de cimentos cerâmicos bioativos. Esses materiais, obtidos por processos químicos específicos, não só oferecem um vedamento eficaz como também estimulam a formação de hidroxiapatita e induzem uma resposta regenerativa no corpo humano. A revisão bibliográfica deste trabalho confirma que os cimentos biocerâmicos apresentam propriedades satisfatórias para seu uso na endodontia. Conclui-se que esses materiais são adequados para a obturação dos sistemas de canais radiculares, pois proporcionam um selamento hermético e tridimensional, unindo-se à hidroxiapatita produzida, estimulando o reparo tecidual e sendo biocompatíveis e antimicrobianos.

PALAVRAS-CHAVES: Cimento Endodôntico. Cimento Biocerâmico. Cimento à base de silicato de cálcio. Canais Radiculares.

USE OF BIOCERAMIC CEMENTS AS A FILLING MATERIAL FOR THE CANAL SYSTEM IN ENDODONTICS: NEW PERSPECTIVES

ABSTRACT: Root canal filling is crucial to the success of endodontic treatment, when performed accurately. The combination of gutta-percha, used to replace pulp tissue, with filling cement is a common practice, with several options currently on the market. Among these alternatives, Bioceramic Cement stands out, promising in dentistry and, mainly, in endodontics. This study aimed to review the literature on the use of bioceramic cements in filling root canal systems (RCS), addressing their characteristics, mechanism of action, biological, physicochemical properties, advantages and challenges. An effective endodontic cement must provide a three-dimensional seal between the filling material and the dentin walls, acting as a barrier against microorganisms, being biocompatible with periapical tissues, antimicrobial, adhesive, with good flow and shorter working time. Despite the variety of cements available, there is still no material that meets all the ideal requirements. With the introduction of new compositions, such as bioceramics, a new generation of bioactive ceramic cements has been observed. These materials, obtained by specific chemical processes, not only offer an effective seal but also stimulate the formation of hydroxyapatite and induce a regenerative response in the human body. The literature review of this work confirms that bioceramic cements have satisfactory properties for use in endodontics. It is concluded that these materials are suitable for filling root canal systems, as they provide a hermetic and three-dimensional seal, uniting with the hydroxyapatite produced, stimulating tissue repair and being biocompatible and antimicrobial.

KEYWORDS: Endodontic cement. Bioceramic cement. Calcium silicate-based cement. Root Canals.

INTRODUÇÃO

A Endodontia desempenha um papel essencial na manutenção da saúde bucal, dedicando-se ao tratamento dos tecidos pulpare e dos sistemas de canais radiculares. A obtenção de um selamento hermético e eficaz dos canais radiculares é fundamental para o aumento da taxa de sucesso, prevenindo o surgimento de inflamações e possíveis reinfecções, convergindo para um possível selamento apical.^{1,2}

É fundamental enfatizar que a eficácia do tratamento endodôntico é afetada por uma ampla gama de fatores. A sincronia e a harmonização entre as etapas do tratamento endodôntico desempenham um papel vital na busca constante pela excelência no campo da endodontia. Em um procedimento endodôntico, cada fase desempenha um papel específico e crucial.³

A instrumentação inicial, por exemplo, envolve a preparação dos canais radiculares para a remoção de tecido infectado ou danificado, permitindo um acesso

adequado aos sistemas de canais ⁴. A desinfecção subsequente é responsável por erradicar qualquer microrganismo patogênico remanescente nos canais, promovendo um ambiente estéril e higienizado ⁵. Por fim, a obturação dos canais radiculares com materiais adequados e técnicas precisas visa selar hermeticamente o espaço, prevenindo a reintrodução de bactérias e garantindo a integridade estrutural do dente tratado. ⁶

A obturação endodôntica frequentemente faz uso da guta-percha, um material amplamente empregado para essa finalidade. A guta-percha é um polímero natural derivado do látex da árvore *Palaquium*. Ela é comumente apresentada na forma de cones pré-fabricados, cada um com diferentes características de tip e taper. Devido à sua natureza, a guta-percha não se adere diretamente à dentina, o que torna necessário o uso de um cimento para selar a interface entre o material obturador e as paredes da dentina do canal radicular, garantindo uma vedação eficaz e hermética, ^{7,8}

Para assegurar o sucesso de um tratamento endodôntico, é de suma importância a utilização de um cimento que apresente características físicas, químicas e biológicas compatíveis com o ambiente no qual será empregado. ⁹

Nos últimos anos, os cimentos biocerâmicos têm ganhado destaque como uma nova e promissora opção de material obturador na endodontia. Esse composto tem sua origem na combinação entre silicato de cálcio e fosfato de cálcio. Biologicamente, demonstram elevada biocompatibilidade, estimulando a formação de tecido mineralizado. Do ponto de vista físico, apresentam propriedades como fluidez e estabilidade dimensional, fundamentais para aplicação precisa e uma vedação eficaz. Quimicamente, sua composição, muitas vezes envolvendo silicato e fosfato de cálcio, contribui para melhores propriedades antimicrobianas e radiopacidade. Essa combinação única torna os cimentos biocerâmicos versáteis e valiosos na endodontia. ^{9,10}

Desse modo, o objetivo deste estudo é realizar uma revisão da literatura integrativa sobre o uso e as novas perspectivas dos cimentos biocerâmicos como material obturador do sistema de canais radiculares (SCR), destacando suas características, mecanismo de ação, propriedades biológicas e físico-químicas, vantagens e desafios.

METODOLOGIA

A presente revisão integrativa irá abordar as propriedades dos cimentos biocerâmicos utilizados durante a obturação dos sistemas de canais radiculares. Foram utilizadas as bases de dados eletrônicas como: Pubmed, Scielo, Google Acadêmico e livros virtuais da biblioteca da Faculdade Soberana. Na busca serão utilizados também, operadores booleanos and e or, com descritores em português e inglês como cimento biocerâmico (bioceramic cement), canais radiculares (root canals), cimento endodôntico (endodontic cement) e cimento à base de silicato de cálcio.

Serão incluídos como marco temporal artigos publicados no período entre 2013 à 2023, a fim de abranger estudos recentes sobre o tema. Para a seleção dos artigos estabeleceu critérios de inclusão como estudos em vitro e in vivo, tema que englobasse cimentos biocerâmicos como obturadores dos sistemas de canais, dentes permanentes, como critério de exclusão: dentes decíduos, artigos fora do marco temporal, artigos sem a presença de cimentos biocerâmicos como material obturador.

CARACTERÍSTICAS DOS CIMENTOS BIOCERÂMICOS

Os cimentos desempenham um papel crucial na obturação dos canais radiculares, pois têm a função primordial de preencher completamente a cavidade endodôntica. Isso implica na vedação minuciosa de reentrâncias, espaços irregulares e túbulos dentinários, regiões inacessíveis aos instrumentos endodônticos convencionais. O objetivo é estabelecer um selamento radicular perfeitamente adaptado. Além disso, além de assegurar um selamento eficaz, os cimentos ideais devem apresentar características como biocompatibilidade, capacidade antimicrobiana, estabilidade dimensional, radiopacidade, adesão adequada, tempo de trabalho e fluidez apropriados, facilidade de manipulação e inserção, a capacidade de não manchar a coroa do dente e estimular o processo de reparação tecidual.⁸

A despeito da abundância de cimentos endodônticos disponíveis no mercado, ainda não existe um cimento que possa ser considerado como a escolha definitiva em todos os aspectos. Isso implica na necessidade contínua de aprimorar as formulações e

propriedades dos cimentos já em uso, visando constantemente a melhoria de sua eficácia e desempenho clínico.¹¹

Os cimentos biocerâmicos são uma inovação recente na área da odontologia, introduzindo melhorias significativas na técnica de obturação endodôntica. Esses materiais, conhecidos como BC, são cerâmicos biocompatíveis que se destacam por sua impressionante capacidade de vedação, propriedades antibacterianas e antifúngicas. Sua aplicação abrange tanto a medicina quanto a odontologia, oferecendo vantagens notáveis para procedimentos clínicos.¹³

As biocerâmicas representam um grupo de materiais obtidos por meio de diversos processos químicos. Esses materiais possuem características notáveis que os tornam altamente compatíveis com o processo biológico de formação de hidroxiapatita, que desempenha um papel crucial na mineralização óssea. Além disso, as biocerâmicas têm a capacidade de induzir uma resposta regenerativa no corpo humano, contribuindo para a restauração de tecidos danificados. Nos últimos anos, a nanotecnologia trouxe avanços significativos no campo odontológico, permitindo a incorporação das biocerâmicas em cimentos endodônticos. Essa aplicação específica na odontologia capitaliza todos os benefícios intrínsecos desses materiais. O cimento biocerâmico endodôntico é formulado a partir de uma composição que inclui silicatos tricálcicos e dicálcicos, fosfatos de cálcio, hidróxido de cálcio e óxido de zircônio, que atua como radiopacificador.¹²

As propriedades que tornam os cimentos biocerâmicos particularmente promissores na odontologia incluem sua biocompatibilidade, pH elevado, resistência à reabsorção, facilidade de manuseio nos canais radiculares, estímulo à biomineralização, baixa citotoxicidade, além de não contrair durante o processo de endurecimento e manter estabilidade química.¹⁴

Os cimentos biocerâmicos utilizados na obturação endodôntica estão disponíveis no mercado em várias marcas e formulações. Alguns dos cimentos biocerâmicos mais conhecidos e amplamente utilizados incluem: Biodentine®, Endose-quence® BC Sealer, iRoot SP®, Cimento biocerâmico MK Life, Bio-C Fillapex® e Bio-C sealer ANGELUS.

14, 15

MECANISMO DE AÇÃO (BIOATIVIDADE) DOS CIMENTOS BIOCERÂMICOS

Os cimentos biocerâmicos são notáveis por sua hidrofília, o que significa que têm uma afinidade intrínseca pela água. Esse traço desempenha um papel crucial em seu mecanismo de ação, visto que, eles fazem uso da água presente nos túbulos dentinários para iniciar o processo de endurecimento. Mesmo que permaneçam vestígios de umidade no interior do canal após desinfecção e secagem com cones de papel, essas pequenas quantidades de umidade não prejudicam o selamento estabelecido pelo cimento biocerâmico.¹⁶



Silicato Tricálcico + Água = C-S-H + Hidróxido de Cálcio



Silicato Dicálcico + Água = C-S-H + Hidróxido de Cálcio

As reações químicas envolvendo o cimento biocerâmico e as moléculas de água desencadeiam a hidratação dos compostos de silicato de cálcio, resultando na formação de um gel hidratado de silicato de cálcio (C-S-H), que desempenha um papel fundamental no processo de presa. Ademais, cabe enfatizar que essas reações também geram hidróxido de cálcio. O hidróxido de cálcio recém-formado, por sua vez, reage com íons de fosfato, resultando na precipitação de hidroxiapatita e água. Essa sequência de eventos é de grande importância, pois inicia o processo de reparação tecidual, contribuindo para a saúde e integridade dos tecidos envolvidos.³¹

A partir desse estudo foi possível analisar que a formação de hidroxiapatita é um resultado importante desse processo. Ela cria uma camada de interface que estabelece uma sólida ligação química entre os materiais à base de silicato de cálcio e as paredes dentinárias, contribuindo para um selamento eficaz e promovendo o reparo tecidual.¹⁶

PROPRIEDADES BIOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS

Mesmo após a minuciosa desinfecção do sistema de canais radiculares, persiste a possibilidade de sobrevivência de algumas bactérias após o tratamento endodôntico, o

que pode resultar em lesões na região óssea periapical. Portanto, é essencial que os materiais utilizados na obturação dos canais dentários não apenas vede eficazmente essas áreas, mas também demonstrem propriedades biocompatíveis, capacidade antibacteriana e a habilidade de estimular a regeneração óssea. Nesse contexto, os cimentos endodônticos à base de silicato de cálcio surgem como uma opção valiosa, uma vez que têm demonstrado a capacidade de reduzir a inflamação, bem como promover a diferenciação osteogênica e mineralização em células precursoras de osteoblastos. Clinicamente, o cimento biocerâmico tem se destacado ao favorecer a cicatrização dos tecidos periapicais, desempenhando um papel crucial na recuperação dos pacientes submetidos a tratamentos endodônticos. Esses materiais representam uma abordagem promissora para assegurar a saúde e a integridade da região periapical.¹⁷

O estudo das propriedades físico-químicas dos cimentos endodônticos é fundamental para entender o comportamento do material e conseqüentemente sua aplicação clínica.

BIOCOMPATIBILIDADE E TOXICIDADE

A biocompatibilidade é caracterizada como a capacidade de um material de interagir com o hospedeiro de maneira apropriada e benéfica em contextos específicos. Em termos simples, um material é considerado biocompatível quando não desencadeia reações adversas, como toxicidade, irritação, inflamação, alergia ou carcinogenicidade, quando em contato com os tecidos do organismo¹⁸.

Na maioria dos estudos, a biocompatibilidade é avaliada por meio de ensaios in vitro, que têm como principal objetivo a avaliação da citotoxicidade (dano celular) ou genotoxicidade (dano específico no DNA ou alteração cromossômica) causados por materiais odontológicos, permitindo a quantificação da sobrevivência celular.²⁰

A excelente biocompatibilidade dos materiais biocerâmicos é atribuída à presença de fosfato de cálcio em sua composição. Essa substância constitui o componente inorgânico predominante em tecidos duros, como dentes e ossos, o que contribui para a compatibilidade e interação harmoniosa desses materiais com os tecidos biológicos.¹⁹

Estudos observaram que o Biodentine demonstra uma biocompatibilidade comparável à do MTA (Zhou et al., 2013).

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

A capacidade antimicrobiana de um cimento desempenha um papel fundamental no aumento da taxa de sucesso dos tratamentos endodônticos. Isso ocorre porque ajuda a eliminar as bactérias remanescentes que poderiam sobreviver ao tratamento inicial do canal radicular ou infiltrar-se posteriormente por microinfiltração²⁰.

A principal propriedade antimicrobiana desses cimentos está relacionada à sua alcalinidade. Com um pH alcalino próximo a 11, esses materiais promovem a eliminação eficaz de bactérias, incluindo aquelas resistentes, como o *Enterococcus faecalis*, que podem sobreviver após o preparo mecânico do canal e desempenhar um papel na indução ou manutenção da inflamação periapical.²¹

Os cimentos biocerâmicos apresentam uma forte ação antimicrobiana devido ao pH alcalino, que atinge cerca de 12 durante o processo de endurecimento²². O EndoSequence BC Sealer, um material biocerâmico, demonstrou uma atividade bacteriana considerada aceitável.²³

RADIOPACIDADE

A radiopacidade desempenha um papel crucial nos materiais de obturação, sendo uma propriedade física essencial que possibilita a visualização do cimento endodôntico utilizado. Essa característica é fundamental para identificar, por meio de radiografias, a presença, extensão e condensação aparente da obturação²⁰. Conforme as diretrizes estabelecidas pela norma ISO 6876/2001, exige-se que os cimentos endodônticos apresentem uma radiopacidade mínima equivalente a 3 mm de alumínio.²⁴

Foram realizados vários estudos que indicam que os cimentos biocerâmicos apresentam uma radiopacidade adequada.^{25,26} Os resultados desses estudos encontram-se na tabela 1.

Tabela 1: Resultados dos estudos sobre radiopacidade.

Investigadores	Cimentos testados	valores	Agente radiopacificador
Grech et al. ²⁵	Biodentine	4,1mm	Óxido de zircônio
Lee et al. ²⁶	Endosequence BC Sealer	6,68mm	Óxido de Zircônio
	MTA Fillapex	3,01mm	Trióxido de bismuto
	AH Plus	10mm	Óxido de zircônio -
	Endoseal MTA	9,5mm	

ESTABILIDADE DIMENSIONAL

A manutenção de uma estabilidade dimensional adequada desempenha um papel crucial na prevenção de reinfecções, uma vez que muitos cimentos obturadores tendem a contrair após o processo de presa. Essa contração pode persistir mesmo depois que o cimento tenha completamente endurecido, resultando na formação de espaços vazios indesejados. Esses espaços representam potenciais locais de reinfecção, tornando a estabilidade dimensional um fator crítico para garantir o sucesso a longo prazo dos tratamentos endodônticos.²⁷

De acordo com a ISO 6876/2012, a estabilidade dimensional é definida como uma média linear de encolhimento ou expansão do cimento endodôntico após a sua tomada de presa. Essa média não deve ultrapassar de 1% a 0,1% de expansão²⁸. Os cimentos biocerâmicos são caracterizados por uma ligeira expansão após o processo de presa, evitando qualquer contração indesejada. Essa característica é fundamental para garantir uma vedação hermética e duradoura nos canais radiculares, contribuindo assim para o sucesso a longo prazo dos tratamentos endodônticos.²⁹

ESCOAMENTO

As biocerâmicas se destacam por sua baixa viscosidade e excelente capacidade de escoamento, o que lhes permite preencher hermeticamente os canais radiculares, vedar lacunas entre a guta-percha e as paredes dentinárias. Esse bom escoamento é

caracterizado pela habilidade do cimento em penetrar eficazmente nos canais laterais e no istmo, garantindo uma vedação eficaz.³⁰

TEMPO DE PRESA

O cimento endodôntico deve oferecer um tempo de trabalho adequado para permitir sua aplicação nos canais radiculares. No entanto, um material com um tempo de presa excessivamente longo pode resultar em irritação dos tecidos circundantes e, como todos os cimentos, produzir um certo grau de toxicidade.¹⁹

A reação de presa do cimento EndoSequence BC Sealer ocorre em duas etapas: na primeira, o fosfato de cálcio monobásico reage com o hidróxido de cálcio na presença de água, produzindo água e hidroxiapatita. Na segunda fase, a água derivada da umidade da dentina, juntamente com a produzida pela reação na fase I, contribui para a hidratação das partículas de silicato de cálcio, desencadeando a fase de hidrato de silicato de cálcio.¹⁹

Conforme as informações fornecidas pelo fabricante, o EndoSequence Repair Root Material possui um tempo de trabalho de mais de 30 minutos e um tempo de presa de cerca de 4 horas. Já o tempo de trabalho do EndoSequence BC Sealer pode exceder 4 horas em condições de temperatura ambiente. No entanto, em canais radiculares extremamente secos, o tempo de presa pode se estender para além de 10 horas. Desse modo, observa-se que o tempo de presa de EndoSequence BC Sealer depende da percentagem de humidade nos túbulos dentinários.²⁰

VANTAGENS E DESAFIOS DO USO DOS CIMENTOS BIOCERAMICOS

O uso de cimentos biocerâmicos na obturação endodôntica representa uma evolução significativa na odontologia, novas perspectivas promissoras e uma série de vantagens para a prática clínica. Uma das principais vantagens desses materiais é o tempo de presa otimizado, que simplifica o trabalho do profissional e acelera o processo de obturação. Além disso, sua capacidade de formar uma ligação sólida com a dentina, graças à formação de hidroxiapatita, contribui para uma selagem hermética dos canais

radiculares, prevenindo infiltrações indesejadas. A apresentação em seringa, com os componentes previamente misturados, resulta em um cimento mais homogêneo e de fácil aplicação. Além disso, a versatilidade em seringas capilares, graças às finas partículas do material, facilita a manipulação, especialmente em terapias pulpar em pacientes jovens. No entanto, é essencial reconhecer as desvantagens associadas ao uso de cimentos biocerâmicos. A dificuldade de remoção do cimento dos canais radiculares em casos de retratamento endodôntico é um desafio a ser enfrentado. Além disso, esses materiais têm uma resistência mecânica reduzida quando comparados a outros tipos de cimentos, o que pode ser limitante em certas situações clínicas. Por fim, o custo financeiro desses cimentos é geralmente mais elevado em comparação a outras opções, o que deve ser considerado em termos de orçamento clínico.^{14, 20}

Os cimentos biocerâmicos têm características notáveis que os tornam fundamentais na odontologia moderna. Uma vantagem notável é a capacidade desses cimentos de formar hidroxiapatita durante o processo de presa. Esse fenômeno cria uma ligação sólida entre o cimento e a parede dentinária, melhorando a vedação e a estabilidade do tratamento endodôntico. Além disso, demonstram alta biocompatibilidade, garantindo segurança em procedimentos endodônticos. Outra característica relevante é a ação antimicrobiana desses materiais, que auxilia na redução da carga de microrganismos nos canais radiculares. Isso contribui para prevenir infecções e manter a saúde periapical.

Além disso, sua capacidade seladora e reparadora é crucial para estabelecer uma vedação hermética nos canais radiculares, prevenindo infiltrações indesejadas. A facilidade de manipulação e aplicação desses cimentos no interior do conduto radicular otimiza o trabalho do profissional, enquanto o curto tempo de presa acelera o processo de obturação. Essas características combinadas consolidam os cimentos biocerâmicos como uma escolha essencial na odontologia, beneficiando tanto os profissionais quanto os pacientes em procedimentos endodônticos.³²

Os materiais biocerâmicos se destacam por não provocar mudanças na coloração da estrutura dentinária quando aplicados e deixados na câmara pulpar. A escolha de materiais que não interferem na tonalidade da dentina, como os biocerâmicos,

desempenha um papel crucial na manutenção da integridade e da beleza dos dentes, contribuindo para o sucesso dos tratamentos odontológicos.^{12,33}

No entanto, é importante observar que, embora muitos cimentos biocerâmicos não causem alterações na coloração da dentina, a estabilidade da cor a longo prazo pode ser um desafio. Alguns materiais podem sofrer alterações com o tempo, impactando a estética dentária. Portanto, ao escolher e utilizar cimentos biocerâmicos, é essencial considerar a manutenção da cor a longo prazo, garantindo resultados estéticos duradouros para os pacientes.³⁴

DISCUSSÃO

Em um procedimento endodôntico, cada fase desempenha um papel específico e fundamental, sendo diretamente influenciada pela manutenção da assepsia do sistema de canais radiculares¹⁰. Portanto, é crucial que as etapas de instrumentação, desinfecção e obturação sejam realizadas de maneira adequada, seguindo os princípios técnicos e científicos e, acima de tudo, em conformidade com as normas de biossegurança. A integração desses processos e a garantia da segurança do paciente são fatores essenciais para o sucesso do tratamento endodôntico.³²

A criação de um ambiente livre de bactérias e a resolução das patologias pulpares e periapicais são altamente dependentes da obtenção de uma obturação hermética e eficaz nos canais radiculares. Nesse contexto, o cimento obturador desempenha um papel crucial, pois sua principal função é selar completamente a comunicação entre o interior do conduto radicular e as regiões externas, prevenindo qualquer possibilidade de reinfeção do sistema de canais radiculares por microrganismos.^{13,20}

Os cimentos desempenham um papel crucial na obturação dos canais radiculares, pois têm a função primordial de preencher completamente a cavidade endodôntica. Isso implica na vedação minuciosa de reentrâncias, espaços irregulares e túbulos dentinários, regiões inacessíveis aos instrumentos endodônticos convencionais⁸. O objetivo é estabelecer um selamento radicular perfeitamente adaptado³. Além disso, além de assegurar um selamento eficaz, os cimentos ideais devem apresentar características como biocompatibilidade, capacidade antimicrobiana, estabilidade dimensional, radiopacidade,

adesão adequada, tempo de trabalho e fluidez apropriados, facilidade de manipulação e inserção, a capacidade de não manchar a coroa do dente e estimular o processo de reparação tecidual^{35,36}. No entanto, França (2014)³⁷ destacou que a fabricação de um cimento que reúna todas essas características é extremamente desafiadora. Contudo, o mesmo autor afirmou que o avanço tecnológico na área da Odontologia tem viabilizado estudos em materiais com menor porosidade e redução na contração, o que possibilita o desenvolvimento dos cimentos biocerâmicos.³⁷

Um material bioativo possui a capacidade de interagir com tecidos vivos, levando à formação de uma camada de apatita, um processo conhecido como biomineralização, na interface entre o material e o tecido^{12,16}. Portanto, a avaliação da formação de apatita na superfície de um material quando exposto a um fluido corporal simulado é um método reconhecido para examinar a bioatividade *in vivo* dos tecidos duros.¹²

A biocompatibilidade refere-se à capacidade de um material não causar reações adversas, como irritação, inflamação ou alergias, ao entrar em contato direto com os tecidos. Essencial para cimentos endodônticos em contato com tecidos periapicais.¹⁸

Nesse cenário, os avanços na nanotecnologia possibilitaram à Endodontia aproveitar os benefícios da biocerâmica em diversas aplicações clínicas, como cimento selador e reparador em tratamentos e retratamentos, reparação de perfurações, cirurgia periapical, apicificação e capeamento pulpar. A escolha de utilizar esse material é amplamente fundamentada em sua não toxicidade, facilidade de manipulação e aplicação, curto tempo de trabalho, ausência de retração, propriedades bioativas e sua capacidade de induzir respostas regenerativas no organismo humano.^{12,38,39}

O cimento biocerâmico é produzido através de uma variedade de processos químicos e é composto por silicato tricálcico, dicálcico, alumina, vidro bioativo, cerâmica de vidro, fosfato de cálcio, hidróxido de cálcio e óxido de zircônio como radiopacificador. É digno de nota o impacto positivo que o fosfato de cálcio tem na estrutura do cimento, resultando em uma composição química que se assemelha à apatita dentária. Esse fato promove uma excelente adaptação do material às paredes dentinárias do canal radicular.

12,40,41

A capacidade de estimular a formação de hidroxiapatita também foi destacada¹⁴, resultando assim um selamento hermético dos canais¹⁰. No entanto, destacaram que esse preenchimento tridimensional não se restringe apenas à aderência do material às paredes do conduto, mas também está relacionado ao seu notável fluxo e à capacidade de penetrar nos canais laterais e istmos.^{14,20}

Ao contrastar as propriedades do cimento endodôntico biocerâmico EndoSequence BC Sealer com o AH Plus⁴², observou-se que o cimento biocerâmico demonstrou menor citotoxicidade e genotoxicidade em relação ao AH Plus. Ademais, especialistas afirmam que o BioAggregate® é altamente biocompatível e estimula a deposição de cristais de hidroxiapatita. Além de sua notável biocompatibilidade, o BioAggregate® demonstrou propriedades seladoras superiores, maior resistência a fraturas e agentes ácidos, destacando-se também na capacidade de induzir mineralização e diferenciação de odontoblastos em comparação com o MTA³⁸. Entretanto, observaram que alguns cimentos biocerâmicos não eram completamente biocompatíveis, como é o caso do Sankin Apatite® devido à presença de ácidos de poliácilato, resultando em um grau de toxicidade.¹⁹

A incorporação de materiais com propriedades antimicrobianas é vista como uma vantagem na tentativa de reduzir a presença de microrganismos remanescentes, prevenir infecções recorrentes no canal radicular e auxiliar na cicatrização de tecidos periapicais²⁰. Foi realizado um estudo in vitro para analisar as características dos cimentos biocerâmicos em relação à sua eficácia contra *Enterococcus faecalis*. Os resultados revelaram que o biocerâmico EndoSequence BC Sealer apresentou atividade antibacteriana equivalente ao MTA e um desempenho superior quando comparado aos cimentos de resina e óxido de zinco e eugenol.²³

A radiopacidade é uma propriedade fundamental dos materiais obturadores, pois permite controlar clinicamente tanto a técnica quanto a qualidade das obturações dos canais radiculares²⁰.

Candeiro et al. (2015)⁴³ examinaram a radiopacidade, o pH e o extravasamento de um cimento endodôntico biocerâmico (Endosequence BC Sealer), constatando que sua radiopacidade era significativamente menor em comparação com o AH Plus. Os autores

atribuíram essa diferença à presença de um único radiopacificador encontrado nos biocerâmicos, o óxido de zircônio, o que foi consistente com os resultados do estudo de Souza et al. (2015)⁴⁴, onde o biocerâmico RetroMTA também exibiu radiopacidade inferior ao ProRoot MTA.

As alterações dimensionais, especialmente a retração, dos cimentos no canal radicular podem, com o passar do tempo, ocasionar a formação de lacunas ao longo da interface cimento/dentina ou cimento/guta-percha²⁷. Entre os estudos analisados, a estabilidade dimensional dos cimentos biocerâmicos foi um fator com ótimos resultados e sem grandes alterações. Não foram formados espaços vazios pós obturações nos estudos *in vitro*.²¹

O escoamento dos cimentos é importante pois materiais com alto poder de escoamento penetram com mais facilidade nos canais primários e secundários, trazendo melhores resultados obturadores, menor índice de reinfecção e maior taxa de regeneração tecidual e resistência para o canal tratado²⁸. O critério de escoamento da ISO 6876/2001 estabelece um volume de cimento de $0,05 \pm 0,005$ ml e um diâmetro mínimo do disco formado pelo cimento comprimido de 20 mm. No entanto, um cimento com alto escoamento pode aumentar o risco de extravasamento do material para a região periapical^{45,46}. Então, segundo Candeiro et al. (2015)⁴³, o estudo mostrou que o Endosequence BC Sealer possui um fluxo de escoamento superior ao do AH Plus, apoiando as descobertas de Haddad et al. (2015)¹⁹, em que, além de ter um fluxo de escoamento mais elevado, o Endosequence BC Sealer também demonstra uma espessura significativamente maior em comparação com o AH Plus, conforme evidenciado nesse estudo.

Um cimento com um tempo de presa prolongado pode diminuir a resistência do material devido à sua baixa viscosidade, além de potencialmente causar citotoxicidade se extravasar para o tecido periapical. Por outro lado, um cimento com tempo de presa reduzido pode dificultar o manuseio do material, pois terá um tempo de trabalho limitado, comprometendo os índices do fluxo ideal desejado e resultando na penetração incompleta nos canais secundários²⁸. Os estudos realizados com cimentos biocerâmicos mostraram que o tempo de presa ideal, conforme indicado pelo fabricante, é alcançado em um intervalo de tempo menor em comparação com outros cimentos obturadores, como o AH Plus (Dentsply, Sirona, Charlotte, NC, EUA). Este último é um cimento à base de resina

epóxica considerado o padrão-ouro entre os cimentos obturadores disponíveis no mercado.^{21,41,47}

A descoloração dentária provocada por cimentos endodônticos é uma ocorrência comum que compromete o resultado estético do tratamento endodôntico⁴⁸. Contudo, evidências sustentam a possibilidade de os materiais biocerâmicos induzirem menos escurecimento na estrutura dentária³³. O fato de o cimento biocerâmico tem chances significativas de não manchar a coroa do dente foi elogiado por Kohli et al. (2015)³³, Lima et al. (2017)¹² e Valentim et al. (2016)³⁶. Entretanto, Alsulbait, Al-Haidar e Al-Sharyan (2016)³⁴ descreveram que ao longo do tempo esse cimento pode causar descoloração na estrutura dentária da câmara pulpar.

Entre as vantagens notáveis dos cimentos biocerâmicos está sua capacidade de não desencadear uma resposta inflamatória significativa caso haja extravasamento do material nos tecidos periapicais. Essa característica é crucial para a segurança dos procedimentos endodônticos¹⁰. Além disso, outros autores destacaram as principais vantagens dos biocerâmicos, ressaltando a facilidade de manipulação e aplicação clínica do material, seu tempo de presa reduzido e suas propriedades biológicas, especialmente a capacidade de formação de hidroxiapatita e indução do reparo tecidual.^{12,14,20,32}

A forte adesão aos túbulos e paredes dentinárias representa uma desvantagem, dificultando a remoção do material em procedimentos de retratamento endodôntico devido à sua consistência rígida. Isso demanda mais tempo e esforço para eliminar uma quantidade considerável de resíduos gerados.^{12,17}

CONCLUSÃO

A aplicação dos cimentos biocerâmicos na obturação dos canais radiculares se destaca por suas propriedades multifacetadas. Esses materiais oferecem um selamento tridimensional eficiente, uma característica essencial para garantir o sucesso do tratamento endodôntico, evitando a infiltração bacteriana e a subsequente reinfecção. Além disso, a capacidade desses cimentos de estimular a reparação dos tecidos periapicais é altamente valorizada, pois contribui para a recuperação e preservação da saúde bucal.

Um dos pontos fortes desses cimentos é sua notável propriedade antibacteriana, resultante da liberação considerável de íons de cálcio durante o processo de presa. Esses íons são reconhecidos por suas propriedades antimicrobianas, auxiliando na redução da carga bacteriana nos canais radiculares e promovendo um ambiente mais favorável à cicatrização.

A adaptação superior dos cimentos biocerâmicos nas margens dos canais radiculares merece destaque, visto que, durante o processo de presa, a hidroxiapatita é formada, integrando-se à estrutura do cimento. Essa integração química proporciona uma ligação robusta e duradoura com as paredes dentinárias, contribuindo para um selamento mais eficaz e resistente.

No entanto, apesar de suas vantagens significativas, esses materiais também apresentam desafios. A rigidez excessiva após o processo de presa pode dificultar procedimentos de retratamento endodôntico, principalmente quando se utiliza instrumentação convencional. Além disso, o custo mais elevado desses cimentos pode representar um desafio financeiro para alguns pacientes e clínicas.

Em suma, os cimentos biocerâmicos são uma escolha promissora e apoiada por estudos na prática endodôntica devido às suas propriedades vantajosas, como selamento tridimensional, capacidade antibacteriana, estímulo à reparação tecidual e adaptação marginal superior. No entanto, é importante considerar suas limitações, como a rigidez pós-presa e o custo, ao avaliar sua aplicação em procedimentos endodônticos.

REFERÊNCIAS

1. SOUSA, ALANNY SILVA; HENRIQUE MELO LIMA; MARCOS BOTELHO SALOMÃO. Cimentos MTA e biocerâmicos: revisão de literatura. *Revista Cathedral* 2.3 (2020): 64-74.
2. PEIXOTO, PEDRO MIGUEL TAVARES LOPES. *Cimentos biocerâmicos, uma nova alternativa na obturação*. Diss. 2019.
3. DE SOUZA, ANDRÉ GOMES COELHO; RODRIGO KEIGO LOPES NAKAGAWA. "O estado da arte dos biocerâmicos como cimento obturador na terapia endodôntica."
4. FORMIGONI, KAREN CRISTINA. "Acessos endodônticos conservadores: Revisão da Literatura." (2020).

5. DE ANDRADE ALMEIDA, ERICA, et al. "Otimização da desinfecção pós preparo Químico-Mecânico." *Revista rede de cuidados em saúde* 13.1 (2019).
6. LEITE, ANA MÓNICA MARTINS DE MATOS. *Obturação em endodontia*. Diss. [sn], 2014.
7. JANATTA, JULIA NIERO, PATRICIA KOPPER, AND ANARELA BERNARDI VASSEN. "Cones de guta-percha: propriedades para a clínica endodôntica atual." *Dent. press endod* (2021): 50-62.
8. DOMINGOS, CAROLINE TAGANELI. *Cimentos Obturadores–Revisão de Literatura*.
9. COSTA, BRENDA FLORENTINO MOTTA; JÉSSICA DE ALMEIDA COELHO. Características dos materiais biocerâmicos na obturação endodôntica. *Revista Científica* 1.1 (2022).
10. DE SOUZA JUNIOR, ALEXANDRE FERREIRA, et al. "O uso dos cimentos biocerâmicos na obturação endodôntica." *Revista Científica FACS* 20.26 (2020): 71-78.
11. Endodônticos, acrescidos de; hidróxido de cálcio. Avaliação da radiopacidade de diferentes cimentos obturadores.
12. LIMA, N. F. F. et al. Cimentos biocerâmicos em endodontia: revisão da literatura. *RFO, Passo Fundo*, v. 22, n. 2, p. 248-254, maio/ago. 2017.
13. GIACOMINO, C. M. et al. Comparative biocompatibility and osteogenic potential of two bioceramic sealers. *JOE*, v. 45, n. 1, p. 51-56, Jan. 2019.
14. CAVALLINI, T. B. M. P. O uso de materiais biocerâmicos na obturação endodôntica. 2016. 33 f. Relatório de Estágio (Mestrado em Medicina Dentária) - Instituto Universitário de Ciências da Saúde, Gandra, 2016.
15. SIQUEIRA, P. C. Caracterização de elementos químicos de cimentos biocerâmicos. 2017. 77 F. Tese (Doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.
16. Faculdade, sete, lagoas, facsete, claiton, ferreira, felizardo, junior, cimentos, biocerâmicos, revisão, bibliométrica, literatura
17. LEE, B. N. et al. Anti-inflammatory and osteogenic effects of calcium silicate-based root canal sealers. *JOE*, v. 45, n. 1, p. 73-78, Jan. 2019.
18. CANALDA C, BRAU E. *Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas*. 3rd, editor. Barcelona: Elsevier Masson; 2014.
19. AL-HADDAD, A.; AZIZ, Z. A. C. A. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *International Journal Of Biomaterials*, Kuala Lumpur, v. 2016, p.1-10, 2016.
20. BRANDÃO, M.W. Cimentos biocerâmicos na Endodontia. 2017. 38 f. Relatório de Estágio (Mestrado em Medicina Dentária) - Instituto Universitário de Ciências da Saúde, Gandra, 2017.
21. ZHOU, H.; SHEN, Y.; ZHENG, W.; LI, L.; ZHENG, Y.; HAAPASALO, M. Physical properties of 5 roots canal sealers. *Journal of Endodontics*, v.39, n.10, p.1281-1286, 2013.

22. RIBEIRAS, I.; VASCONCELOS, I.; RAMOS, M.; LOPES, M.; GINGEIRA, A. Estudo comparativo da adaptação marginal de 2 cimentos endodônticos. *Rev. Port. Estomatol. Med.Dent. Cir. Maxilofac.* V.56, n.3, p.173-181, 2015.
23. SINGH G, GUPTA I, ELSHAMY FM, BOREAK N, HOMEIDA HE. In vitro comparison of antibacterial properties of bioceramic-based sealer, resin-based sealer and zinc oxide eugenol based sealer and two mineral trioxide aggregates. *Eur J Dent* 2016; 10(3):3669.
24. SCHAEFER, KENDRA Norma. Cimentos biocerâmicos em endodontia: revisão de literatura. (2020).
25. GRECH L, MALLIA B, CAMILLERI J. Investigation of the physical properties of ricalcium silicate cement-based root-end filling materials. *Dent Mater.* 2013;29(2):e 20–8.
26. LEE JK, KWAK SW, HA J-H, LEE W, KIM H-C. Physicochemical Properties of Epoxy Resin-Based and Bioceramic-Based Root Canal Sealers. *Bioinorg Chem Appl.* 2017;2017(57):1–8.
27. OLIVEIRA, CAIO SPILLERE de. "Propriedades físico-químicas dos cimentos obturadores biocerâmicos: uma revisão integrativa." (2023).
28. FERREIRA, LUÍSA. Análise do escoamento e da estabilidade dimensional do cimento obturador bio-c sealer após diferentes temperaturas de armazenamento. (2021).
29. DEBELIAN G, TROPE M. The use of premixed bioceramic materials in endodontics. *ItalEndod.* 2016;30(2):70–80.
30. SILVA EJNL, ROSA TP, HERRERA DR, JACINTO RC, GOMES BPFA, ZAIA AA. Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA fillapex. *J Endod.* 2013;39(2):274–7.
31. ARAÚJO, GRACYELLA SANTOS. "Biocerâmicos na endodontia contemporânea." *Vitória da Conquista: FACSETE* (2019).
32. OLIVEIRA, P. M. S. Biocerâmicos em Endodontia. 2014. 54 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa, Por-to, 2014.
33. KOHLI, M. R. et al. Spectrophotometric analysis of co-ronal tooth discoloration induced by various bioceramic cements and other endodontic materials. *JOE*, v. 41, n. 11, p. 1862-1866, Nov. 2015
34. ALSUBAIT, S.; AL-HAIDAR, S.; AL-SHARYAN, N. A comparison of the discoloration potential for EndoSe-quence bioceramic root repair material fast set putty and ProRoot MTA in human teeth: an in vitro study. *J Esthet Restor Dent*, v. 29, n. 1, p. 59-67, 2016.
35. SILVESTRE, A. S.; MENDONÇA, D. L. Aplicações clí-nicas dos cimentos biocerâmicos em Endodontia. In: *Mostra Científica De Odontologia, 2017, Quixadá. Anais. Quixadá: Unicatólica, 2017. p. 1-3*

36. VALENTIM, R. M. et al. Revisão de literatura das propriedades físico-químicas e biológicas de um cimento à base de silicato de cálcio. *Rev. Bras. Odontol.*, Rio de Janeiro, v. 73, n. 3, p. 237-41, jul./set. 2016
37. FRANÇA, M. C. M. Influência no tempo de endurecimento no comportamento físico e biológico de sete cimentos endodônticos. 2014. 113f. Dissertação (Mestrado)- Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista-UNESP, São José dos Campos, 2014.
38. RAGHAVENDRA, S. S. et al. Bioceramics in Endodontics- a review. *J Istanbul Univ Fac Dent*, v. 51, n. 3, p. 128-137, 2017.
39. VILLA, N. Utilização de cimentos biocerâmicos em Endodontia- uma revisão sistematizada de casos clínicos da literatura. 2018. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização)- Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018
40. ALMEIDA, L. H. S. et al. Are premixed calcium silicate--based endodontic sealers comparable to conventional materials? A systematic review of in vitro studies. *JOE*, v. 43, n. 4, Apr. 2017
41. MENDES, A. T. et al. Evaluation of physicochemical properties of new calcium silicate-based sealer. *Brazilian Dental Journal*, v. 29, n. 6, p. 536-540, 2018.
42. CANDEIRO GT, MOURA-NETTO C, D'ALMEIDA-COUTO RS, AZAMBUJA-JÚNIOR N, MARQUES MM, CAI S, et al. Cytotoxicity, genotoxicity and antibacterial effectiveness of a bioceramic endodontic sealer. *Int Endod J* 2015;49(9):858–864
43. CANDEIRO, G.T., MOURA-NETTO, C., D'ALMEIDA-COUTO, R.S., AZAMBUJA-JÚNIOR, N., MARQUES, M.M., CAI, S., et al. Cytotoxicity, genotoxicity and antibacterial effectiveness of a bioceramic endodontic sealer. *Int Endod J* 2015; 49(9):858-64.
44. SOUZA, L.C. et al. Analysis of radiopacity, pH and cytotoxicity of a new bioceramic material. *J. Appl. Oral Sci* 2015; 23 (4):383-389.
45. KOUBI, G.; COLON, P.; FRANQUIN, J.C.; HARTMANN, A.; RICHARD, G.; FAURE, M.O, et al. Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, Biodentine, in the restoration of posterior teeth - a prospective study. *Clin Oral Investig.* 2013;17(1):243–9.
46. DEBELIAN, G.; TROPE, M. The use of premixed bioceramic materials in endodontics. *G Ital Endod.* 2016;30(2):70–80.
47. ZORDAN-BRONZEL CL, ESTEVES TORRES FF, TANOMARU-FILHO M, CHÁVEZ-ANDRADE GM, BOSSO-MARTELO R, GUERREIRO-TANOMARU JM. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate–based Sealer, Bio-C Sealer. *J Endod.* 2019 Oct 1;
48. TOUR SAVADKOUHI S, FAZLYAB M. Discoloration Potential of Endodontic Sealers: a brief review. *Iran Endod J* 2016; 11(4):250-4.

Submissão: junho de 2023. Aceite: setembro de 2023. Publicação: novembro de 2023.