

Cimentos biocerâmicos na Endodontia contemporânea: fundamentos e perspectivas

Bioceramic cements in contemporary endodontics: fundamentals and perspectives

Juliano Costa Leite¹

Juliana de Castro Cardoso²

Resumo

Os cimentos biocerâmicos representam uma das principais inovações da endodontia contemporânea, destacando-se por suas propriedades físico-químicas e biológicas superiores. Este artigo tem como objetivo discutir a evolução desses materiais, suas aplicações clínicas, vantagens e limitações em comparação com cimentos obturadores tradicionais, como os à base de epóxi e o MTA. São abordados aspectos como biocompatibilidade, bioatividade, vedamento apical, resistência mecânica, estabilidade dimensional e desempenho clínico em diferentes contextos. A análise da literatura aponta benefícios significativos dos cimentos biocerâmicos, como melhor resposta tecidual, adaptação às paredes dentinárias, potencial regenerativo e facilidade de uso em procedimentos como obturação, selamento de perfurações, reabsorções e cirurgias paraendodônticas. No entanto, desafios como a dificuldade de remoção em retratamentos e a heterogeneidade entre formulações comerciais ainda limitam sua adoção universal. Conclui-se que os cimentos biocerâmicos têm potencial para consolidar-se como materiais de escolha na prática endodôntica, desde que sua indicação seja baseada em critérios clínicos bem estabelecidos. Avanços futuros podem incluir formulações bioativas personalizadas e integração com tecnologias digitais, ampliando ainda mais sua aplicabilidade em terapias regenerativas.

Palavras-chave

Biocompatible Materials; Root Canal Filling Materials; Endodontics; Dental Cements; Dental Materials; Root Canal Obturation

Abstract

Bioceramic cements represent one of the main innovations in contemporary endodontics, standing out for their superior physicochemical and biological properties. This article aims to discuss the evolution of these materials, their clinical applications, advantages, and limitations in comparison to traditional obturation cements, such as epoxy-based and MTA-based cements. Topics such as biocompatibility, bioactivity, apical sealing, mechanical strength, dimensional stability, and clinical performance in different contexts are addressed. The literature review highlights significant benefits of bioceramic cements, such as better tissue response, adaptation to dentinal walls, regenerative potential, and ease of use in procedures like obturation, perforation sealing, resorption, and periradicular surgeries. However, challenges such as difficulty of removal during retreatments and heterogeneity among commercial formulations still limit their universal adoption. It is concluded that bioceramic cements have the potential to become the materials of choice in endodontic practice, provided that their indication is based on well-established clinical

¹ Cirurgião-dentista, especialista em Endodontia. Florianópolis, SC, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8256-590X>

² Cirurgião-dentista, especialista em Ortodontia e Prótese Dentária.

Florianópolis, SC, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3783-4118>.

criteria. Future advances may include personalized bioactive formulations and integration with digital technologies, further expanding their applicability in regenerative therapies.

Keywords

Biocompatible Materials; Root Canal Filling Materials; Endodontics; Dental Cements; Dental Materials; Root Canal Obturation

Introdução

A busca por materiais obturadores ideais na Endodontia tem sido constante nas últimas décadas. Dentre as diversas opções disponíveis, os cimentos biocerâmicos vêm ganhando destaque por suas propriedades físico-químicas superiores, como pH alcalino, biocompatibilidade, bioatividade e capacidade de induzir a formação de tecido mineralizado(1,2). Inicialmente desenvolvidos como alternativas ao agregado trióxido mineral (MTA), esses materiais evoluíram e passaram a ser aplicados em diferentes procedimentos clínicos, como obturação de canais radiculares, selamento de perfurações e apicificações (3,4).

A introdução de cimentos biocerâmicos na prática endodôntica representa um avanço significativo, especialmente por apresentarem características como expansão volumétrica controlada, tempo de presa adequado e baixa solubilidade, fatores essenciais para o sucesso do tratamento (5,6). No entanto, apesar das vantagens, ainda existem desafios associados ao seu uso, como custo elevado, dificuldade de retratabilidade e heterogeneidade entre as formulações disponíveis no mercado (7–9).

Neste contexto, uma análise crítica da literatura recente se faz necessária para compreender a real efetividade dos cimentos biocerâmicos e orientar sua aplicação clínica baseada em evidências.

Objetivo

Esta revisão bibliográfica tem como objetivo reunir e analisar as evidências científicas disponíveis sobre os cimentos biocerâmicos utilizados em Endodontia, com ênfase em suas propriedades físico-químicas, indicações clínicas, vantagens e limitações, visando orientar a prática clínica com base em dados atualizados da literatura.

Metodologia

Este trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica, com abordagem qualitativa. A seleção dos artigos foi realizada nas bases de dados PubMed, Scopus, SciELO e ScienceDirect, utilizando os seguintes descritores em inglês: “bioceramic cement”, “endodontics”, “root canal sealer” e “biocompatibility”. Foram incluídos artigos publicados entre 2000 e 2025, com prioridade para os estudos mais recentes, especialmente aqueles publicados a partir de 2017. A triagem inicial foi feita por meio da leitura dos títulos e resumos, seguida da leitura na íntegra dos artigos considerados relevantes.

Foram selecionados estudos que abordam as propriedades físico-químicas, aplicabilidade clínica, desempenho biológico e limitações dos cimentos biocerâmicos utilizados em Endodontia. Artigos duplicados, sem acesso ao texto completo, revisões redundantes e publicações não científicas foram excluídos. As informações obtidas foram organizadas em eixos temáticos conforme os tópicos discutidos no presente trabalho.

Discussão

Os cimentos biocerâmicos representam uma das mais relevantes inovações tecnológicas na Endodontia contemporânea. Desenvolvidos a partir de compostos cerâmicos como silicato de cálcio e fosfato de cálcio, esses materiais oferecem selamento eficaz, bioatividade e excelente compatibilidade com os tecidos dentários e periapicais(5,6,10) .

Apesar de compartilharem características fundamentais como pH alcalino, liberação de íons cálcio e formação de hidroxiapatita durante a presa, os cimentos biocerâmicos não constituem um grupo homogêneo. Sua **classificação clínica** pode variar de acordo com a **composição, forma de apresentação e indicações terapêuticas** (11,12).

Tipos principais de cimentos biocerâmicos:

1. **Cimentos reparadores:** Utilizados em situações específicas como perfurações radiculares, capeamento pulpar, apicigênese, apicificação e obturação retrógrada.

- Ex.: *MTA Repair HP*® (Angelus), *NeoMTA Plus*® (Avalon Biomed), *EndoSequence BC RRM*® (Brasseler) (13,14).
2. **Cimentos obturadores:** Indicados para a obturação de canais radiculares, frequentemente aplicados com a técnica de cone único. Ex.: *BioRoot*™ RCS (Septodont), *TotalFill BC Sealer*® (FKG), *EndoSequence BC Sealer*® (Brasseler), *Bio-C Sealer*® (Angelus) (10,15,16).
 3. **Cimentos híbridos ou multifuncionais:** Reúnem características dos reparadores e obturadores, sendo versáteis o suficiente para uso tanto em procedimentos cirúrgicos quanto na obturação convencional. Ex.: *EndoSequence BC RRM*®, *NeoMTA Plus*®, *CeraSeal*® (Meta Biomed), *Bio-C Repair*® (Angelus) (5,10,12).

A forma de apresentação também evoluiu com os anos. Cimentos de primeira geração, como o MTA clássico, exigem manipulação manual e possuem tempo de presa prolongado. Em contrapartida, os materiais mais modernos são disponibilizados em forma **pré-misturada (ready-to-use)**, reduzindo erros operatórios e facilitando a inserção, especialmente em canais com anatomia complexa (17,18).

Além disso, diversos desses produtos são reconhecidos e comercializados em escala internacional, com respaldo em estudos científicos multicêntricos e revisões sistemáticas. Entre os mais utilizados globalmente estão *EndoSequence BC RRM*®, *NeoMTA Plus*®, *TotalFill BC RRM*® e *CeraSeal*®. No Brasil, os produtos da Angelus — como *Bio-C Repair*® e *Bio-C Sealer*® — também ganham destaque, com expansão crescente no mercado internacional.

A Tabela 1 apresenta uma visão comparativa de algumas das principais marcas de cimentos biocerâmicos híbridos disponíveis atualmente.

Nome Comercial (Tipo)	Composição Principal	Indicações Clínicas	Principais características
EndoSequence BC RRM® (Híbrido / Reparador)	Silicato tricálcico, fosfato de cálcio, óxido de zircônio	Perfurações, capeamento pulpar, retroobturação, revascularização	Pré-misturado; excelente bioatividade; base hidrofílica
NeoMTA Plus® (Híbrido / Reparador)	Silicato tricálcico, óxido de cálcio, bismuto, gel de controle	Capeamento pulpar, perfuração, cirurgia apical, apicigênese	Menor tempo de presa; indicado para uso pediátrico
TotalFill BC RRM® (Híbrido / Reparador)	Silicato de cálcio, fosfato de cálcio, óxido de zircônio	Perfurações, retroobturação, regeneração tecidual	Fórmula equivalente ao EndoSequence;

			boa adaptação dentinária
CeraSeal® (Híbrido / Obturador)	Silicato de cálcio, óxido de zircônio, tungstato de cálcio	Obturador multifuncional, retrógrado, selamento de canais laterais	Alta fluidez; boa radiopacidade; pronto para uso
BioRoot™ RCS (Obturador Ampliado)	Silicato tricálcico, fosfato de cálcio, óxido de zircônio	Obturador de canais radiculares, selamento apical	Manipulado manualmente; biocerâmico puro; excelente biocompatibilidade
Bio-C Repair® (Híbrido / Reparador)	Silicato tricálcico, óxido de cálcio, óxido de zircônio	Capeamento, perfurações, retro, regeneração pulpar	Alta reatividade iônica; base aquosa; disponível em seringa
Bio-C Sealer® (Híbrido / Obturador)	Silicato tricálcico, óxido de cálcio, óxido de zircônio, resina hidrossolúvel	Obturador biocerâmico, perfurações simples, canais amplos	Alta fluidez; presença de polímero hidrossolúvel; pronto para uso

Fonte: Elaborada pelos autores com base em dados de fabricantes e literatura científica(5,10,12–16,18,19).

Esse panorama fornece a base necessária para a análise crítica das propriedades físico-químicas, biológicas e clínicas dos cimentos biocerâmicos, que serão aprofundadas a seguir.

1. Propriedades físico-químicas dos cimentos biocerâmicos

Os cimentos biocerâmicos apresentam propriedades físico-químicas que os tornam altamente eficazes em procedimentos endodônticos. Entre suas principais características estão o pH alcalino elevado, a liberação de íons cálcio, a formação de hidroxiapatita, a baixa solubilidade e a estabilidade dimensional(5,6,10,19).

O pH elevado, que pode atingir valores próximos a 12, cria um ambiente hostil a microrganismos e favorece a reparação periapical. Essa alcalinidade resulta da reação do silicato tricálcico com a umidade, formando hidróxido de cálcio e, posteriormente, cristais de hidroxiapatita, responsáveis pelo selamento biológico (10,18,20).

Diferentemente dos cimentos resinosos, os biocerâmicos exibem discreta expansão volumétrica durante a presa, o que contribui para um selamento eficaz, mesmo em canais irregulares(4,13,18). Sua natureza hidrofílica permite ativação pela umidade residual do canal, dispensando a secagem excessiva(10,14).

A formulação ultrafina, com partículas entre 1 e 2 μm , facilita a aplicação com seringas ou pontas endodônticas, além de garantir penetração em ramificações e túbulos dentinários (10,19). Esses materiais também apresentam radiopacidade adequada e resistência mecânica compatível com a função mastigatória, mantendo estabilidade mesmo em áreas de carga (18,19).

2. Biocompatibilidade e bioatividade dos cimentos biocerâmicos

A biocompatibilidade e a bioatividade são diferenciais centrais dos cimentos biocerâmicos. Esses materiais induzem mínima resposta inflamatória e estimulam a regeneração tecidual, tornando-se ideais para procedimentos conservadores e reparadores (12,15,21,22).

Diversos estudos demonstram alta viabilidade celular e estímulo à diferenciação osteoblástica e formação mineralizada, especialmente em materiais como *BioRoot*TM RCS, *BC Sealer*[®] e *Bio-C Repair*[®] (13,23,24). Essa resposta está relacionada à liberação sustentada de íons cálcio, que favorece a nucleação de apatita na interface com os tecidos(5,15,25).

Além disso, esses cimentos mantêm um ambiente alcalino por tempo prolongado, o que inibe a proliferação bacteriana e potencializa o reparo biológico em regiões periapicais ou perfuradas (10,20,24).

Comparados ao MTA, os biocerâmicos modernos apresentam desempenho semelhante ou superior em aspectos como bioatividade, reparo periapical e indução de ponte dentinária, com o benefício adicional de melhor manipulação clínica e menor tempo de presa (14,26,27).

Embora variações em testes laboratoriais apontem diferenças sutis entre formulações, a literatura é clara ao indicar que os cimentos biocerâmicos oferecem um perfil biológico seguro e eficaz, respaldado por evidências experimentais e clínicas(18,28).

3. Aplicações clínicas dos cimentos biocerâmicos

Os cimentos biocerâmicos se tornaram protagonistas em diversas aplicações clínicas da Endodontia moderna. Sua versatilidade, aliada à bioatividade e à facilidade de uso, permite sua indicação tanto para obturação convencional quanto para procedimentos reparadores e regenerativos (5,10,15).

Na obturação de canais radiculares, esses materiais oferecem excelente selamento apical, graças à sua adaptabilidade e leve expansão durante a presa. Cimentos como *BC Sealer*®, *BioRoot™ RCS* e *Bio-C Sealer*® são especialmente eficazes em canais amplos, com anatomia irregular ou retratamentos, favorecendo a obturação com técnica de cone único (13,15,19).

Em procedimentos de reparo radicular, como perfurações, retroobturações e reabsorções internas, materiais como *NeoMTA Plus*®, *BC RRM*® e *Bio-C Repair*® demonstram alta taxa de sucesso clínico, com indução de neoformação mineralizada e controle eficaz da inflamação(14,16,20).

A aplicação em procedimentos conservadores da vitalidade pulpar, como capeamento, pulpotomia e apicigênese, tem crescido com o uso de cimentos como *Biodentine*® e *Bio-C Repair*®, que apresentam estabilidade química, selamento eficaz e estímulo à formação de ponte dentinária estruturada(5,21,23,29).

Em casos cirúrgicos, os biocerâmicos têm se mostrado eficazes em retrógrados apicais, favorecendo a regeneração óssea e a cicatrização periapical, mesmo em situações complexas como reabsorções ou cistos residuais (12,26,27).

Esses materiais também se destacam por sua manipulação simplificada, principalmente nas versões pré-misturadas, além da capacidade de atuação em ambiente úmido, o que os torna ideais para cenários clínicos desafiadores (10,11,19).

4. Desafios e limitações dos cimentos biocerâmicos

Os cimentos biocerâmicos representam um avanço relevante em relação aos materiais endodônticos convencionais, principalmente pela sua bioatividade e desempenho clínico. A liberação sustentada de íons cálcio e a formação de hidroxiapatita na interface com os

tecidos favorecem o selamento biológico e a regeneração periapical, sendo diferenciais em relação a cimentos à base de resina ou óxido de zinco (5,15,19).

Esses materiais apresentam biocompatibilidade elevada, pH alcalino, baixa solubilidade, expansão controlada e adesão química à dentina, o que contribui para a prevenção da infiltração marginal e para a cicatrização dos tecidos adjacentes (6,10,18,20). Estudos demonstram sua eficácia mesmo em condições clínicas desafiadoras, como perfurações e retrógrados, com formação de novo tecido mineralizado e controle da inflamação (12,16,27).

A hidrofília e a possibilidade de uso em campo úmido ampliam sua aplicabilidade, facilitando a rotina clínica e permitindo seu uso em casos onde o isolamento absoluto é limitado (10,11,14). Versões pré-misturadas, como *BC Sealer®* e *Bio-C Sealer®*, ainda oferecem praticidade e reduzem o risco de falhas na manipulação (13,19).

Entre as limitações, destaca-se o tempo de presa prolongado de algumas formulações, especialmente os cimentos reparadores, o que pode demandar maior controle operatório (15,18). Além disso, as diferenças entre formulações comerciais — tanto na composição quanto nas propriedades clínicas — exigem um conhecimento detalhado por parte do profissional(18,28).

Outro ponto de atenção é o custo elevado desses materiais em relação a cimentos convencionais, o que pode restringir seu uso em determinadas realidades clínicas. Ainda assim, os benefícios biológicos e a previsibilidade nos resultados justificam sua adoção, principalmente em casos que envolvem regeneração tecidual ou risco aumentado de insucesso endodôntico (15,23,25).

5. Comparação com outros materiais obturadores

A performance dos cimentos biocerâmicos tem sido amplamente comparada a outros materiais obturadores consagrados na Endodontia, especialmente os cimentos à base de resina epóxi, como o AH Plus®, e o MTA. Diversos estudos demonstram que os biocerâmicos apresentam selamento apical eficaz, com níveis de microinfiltração comparáveis ou inferiores aos obtidos com cimentos resinóides, sobretudo quando

empregados com a técnica de cone único, na qual sua leve expansão volumétrica compensa irregularidades do canal (13,15,30).

Do ponto de vista biológico, os cimentos biocerâmicos se destacam pela menor toxicidade celular e melhor compatibilidade com tecidos periapicais, superando os cimentos epóxi em resposta inflamatória e estímulo à mineralização, mesmo em situações de contato direto com o tecido vivo (22,23,31). Em comparação ao MTA, os biocerâmicos apresentam comportamento clínico semelhante quanto à bioatividade e ao reparo tecidual, com a vantagem operacional de dispensarem a manipulação manual, reduzindo o tempo clínico e a variabilidade na aplicação (17,20).

Por outro lado, os cimentos à base de epóxi ainda apresentam maior facilidade de remoção durante retratamentos, o que pode ser decisivo na escolha do material em pacientes com maior risco de reintervenção endodôntica (27). Embora os biocerâmicos estejam evoluindo nesse aspecto, sua adesão química à dentina e seu endurecimento em profundidade podem dificultar a desobturação em alguns casos.

Em relação às propriedades mecânicas, os biocerâmicos oferecem boa resistência à compressão e estabilidade dimensional. No entanto, sua adesividade às paredes dentinárias ainda é inferior à dos cimentos resinosos, o que levanta questionamentos sobre seu desempenho em dentes posteriores com grande perda estrutural coronária, onde a ancoragem do pino ou do núcleo pode ser crítica (18).

Assim, embora os cimentos biocerâmicos apresentem vantagens clínicas e biológicas relevantes, a escolha do material deve considerar a condição clínica individual, os objetivos do tratamento e a possibilidade futura de retratamento. Seu uso se mostra altamente recomendado em casos de canais amplos, obturação com cone único, necessidade de bioatividade e selamento de difícil controle.

Conclusão

Os cimentos biocerâmicos representam um marco na evolução da Endodontia, ao aliarem propriedades físico-químicas superiores, bioatividade e versatilidade clínica. Sua aplicação vai além da obturação convencional, abrangendo procedimentos regenerativos, reparadores e cirúrgicos, com resultados consistentes em selamento apical, estímulo à mineralização e integração com os tecidos periapicais (5,11,15,20).

A literatura destaca seu desempenho favorável quando comparado a cimentos resinosos e ao próprio MTA, tanto em termos de compatibilidade tecidual quanto de facilidade operatória, especialmente nas formulações pré-misturadas(17,30,31). Apesar disso, limitações importantes ainda persistem, como a dificuldade de remoção em retratamentos e a variabilidade entre formulações comerciais, o que exige atenção na seleção do material mais adequado a cada contexto clínico(18,27,28).

As perspectivas futuras apontam para o desenvolvimento de biocerâmicos com funcionalidades específicas, como liberação controlada de íons, propriedades antibacterianas direcionadas e integração com terapias regenerativas, além do potencial uso de impressão 3D e customização digital na Endodontia personalizada(28).

Dessa forma, a incorporação dos cimentos biocerâmicos à prática clínica exige domínio técnico do cirurgião-dentista, conhecimento atualizado da literatura e avaliação individualizada de cada caso. À medida que novas evidências surgem e a tecnologia avança, esses materiais consolidam seu papel como uma das escolhas mais promissoras da Endodontia contemporânea.

Conflito de Interesses

Este trabalho foi elaborado de forma independente, sem vínculos financeiros, institucionais ou comerciais que possam representar conflitos de interesse.

Referências

1. Candeiro GT de M, Correia FC, Duarte MAH, Ribeiro-Siqueira DC, Gavini G. Evaluation of Radiopacity, pH, Release of Calcium Ions, and Flow of a Bioceramic Root Canal Sealer. *J Endod.* 2012;38(6):842–5.
2. Zhang W, Li Z, Peng B. Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2009;107(6):e79–82.
3. Han L, Okiji T. Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. *Int Endod J.* 2013;46(9):808–14.
4. Camilleri J. Evaluation of Selected Properties of Mineral Trioxide Aggregate Sealer Cement. *J Endod.* 2009;35(10):1412–7.

5. AL-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Int J Biomater*. 2016;2016:1–10.
6. Oliveira ACM, Tanomaru JMG, Faria-Junior N, Tanomaru-Filho M. Bacterial leakage in root canals filled with conventional and MTA-based sealers. *Int Endod J*. 2011;44(4):370–5.
7. Viapiana R, Flumignan DL, Guerreiro-Tanomaru JM, Camilleri J, Tanomaru-Filho M. Physicochemical and mechanical properties of zirconium oxide and niobium oxide modified Portland cement-based experimental endodontic sealers. *Int Endod J*. 2013;47(5):437–48.
8. Borges RP, Sousa-Neto MD, Versiani MA, Rached-Júnior FA, De-Deus G, Miranda CES, et al. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. *Int Endod J*. 2011;45(5):419–28.
9. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review—Part I: Chemical, Physical, and Antibacterial Properties. *J Endod*. 2010;36(1):16–27.
10. Wigler R, Kaufman AY, Lin S, Steinbock N, Hazan-Molina H, Torneck CD. Revascularization: A Treatment for Permanent Teeth with Necrotic Pulp and Incomplete Root Development. *J Endod*. 2013;39(3):319–26.
11. Toubes KS de, Tonelli SQ, Girelli CFM, Azevedo CG de S, Thompson ACT, Nunes E, et al. Bio-C Repair - A New Bioceramic Material for Root Perforation Management: Two Case Reports. *Braz Dent J*. 2021;32(1):104–10.
12. Saman A, Cooper PR, Cathro P, Gould M, Dias G, Ratnayake J. Bioceramics in Endodontics: Limitations and Future Innovations—A Review. *Dent J*. 2025;13(4):157–157.
13. Wang X, Xiao Y, Song W, Ye L, Yang C, Xing Y, et al. Clinical application of calcium silicate-based bioceramics in endodontics. *J Transl Med*. 2023;21(1).
14. Zhang W, Liu H, Wang Z, Haapasalo M, Jiang Q, Shen Y. Long-term porosity and retreatability of oval-shaped canals obturated using two different methods with a novel tricalcium silicate sealer. *Clin Oral Investig*. 2021;26(1):1045–52.
15. Huffman BP, Mai S, Pinna L, Weller RN, Primus CM, Gutmann JL, et al. Dislocation resistance of ProRoot Endo Sealer, a calcium silicate-based root canal sealer, from radicular dentine. *Int Endod J*. 2009;42(1):34–46.
16. Esnaashari E, Najafzadeh R, Fazlyab M. Comparison of bioceramic and epoxy resin sealers in terms of marginal adaptation and tubular penetration depth with different obturation techniques in premolar teeth: A scanning electron microscope and confocal laser scanning microscopy study. *J Fam Med Prim Care*. 2022;11(5):1794.
17. Sfeir G, Zogheib C, Patel S, Giraud T, Nagendrababu V, Bukiet F. Calcium Silicate-Based Root Canal Sealers: A Narrative Review and Clinical Perspectives. *Materials*. 2021;14(14):3965.

18. Flores DSH, Rached-Júnior FJA, Versiani MA, Guedes DFC, Sousa-Neto MD, Pécora JD. Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers. *Int Endod J.* 2010;44(2):126–35.
19. Carielen Alves Lage, J. Pacheco Farias, Gama R, Pontes L. Aplicações clínicas dos cimentos biocerâmicos, vantagens e desvantagens do seu uso em tratamentos endodônticos: revisão de literatura. *Braz J Health Rev.* 2023;6(5):23397–413.
20. Ribeiro L, Mota MT, Yana, de F, Trevia C. Avaliação do tempo de presa e da radiopacidade de diferentes cimentos endodônticos / Evaluation of setting time and radiopacity of different endodontic cements. *Braz J Dev.* 2022;8(4):26105–21.
21. Jafari F, Jafari S. Composition and physicochemical properties of calcium silicate based sealers: A review article. *J Clin Exp Dent.* 2017;e1249–55.
22. Trope M, Bunes A, Debelian G. Root filling materials and techniques: bioceramics a new hope? *Endod Top.* 2015;32(1):86–96.
23. F. Zamparini, Prati C, Taddei P, Spinelli A, Gandolfi M. Chemical physical properties and bioactivity of new premixed bioceramic sealers. *Dent Mater.* 2023;39:e80–e80.
24. Nesello R, Isadora Ames Silva, Igor Abreu de, Karolina Frick Bischoff, Matheus Albino Souza, Vinícius M, et al. Effect of bioceramic root canal sealers on the bond strength of fiber posts cemented with resin cements. *Braz Dent J.* 2022;33(2):91–8.
25. Zhou H min, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng Y feng, Haapasalo M. Physical Properties of 5 Root Canal Sealers. *J Endod.* 2013;39(10):1281–6.
26. Donnermeyer D, Dornseifer P, Schäfer E, Dammaschke T. The push-out bond strength of calcium silicate-based endodontic sealers. *Head Face Med.* 2018;14(1).
27. Rajda M, Miletić I, Baršić G, Krmek SJ, Šnjarić D, Baraba A. Efficacy of Reciprocating Instruments in the Removal of Bioceramic and Epoxy Resin-Based Sealers: Micro-CT Analysis. *Materials.* 2021;14(21):6670.
28. Koch KA, Brave DG, Nasseh AA. Bioceramic technology: closing the endo-restorative circle, Part I. *PubMed.* 2010;29(2):100–5.
29. Seal M, Pendharkar K, Bhuyan A. Effectiveness of four different techniques in removing intracanal medicament from the root canals: An in vitro study. *Contemp Clin Dent.* 2015;6(3):309.
30. Camilleri J. Sealers and Warm Gutta-percha Obturation Techniques. *J Endod.* 2015;41(1):72–8.
31. Sanz JL, López-García S, Rodríguez-Lozano FJ, Melo M, Lozano A, Llena C, et al. Cytocompatibility and bioactive potential of AH Plus Bioceramic Sealer: An in vitro study. *Int Endod J.* 2022;55(10):1066–80.