

Análise comparativa das características composicionais, técnicas e comerciais dos cimentos endodônticos obturadores à base de silicato de cálcio

Comparative analysis of compositional, technical and commercial characteristics of calcium silicate-based endodontic root canal sealers

Marcos Vinicius Cook Fernandes¹, José Antônio Poli de Figueiredo², Gabriela Botelho Martins^{3*}

¹Graduado em Odontologia, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas; ²Doutor em Endodontia pela Universidade de São Paulo, Professor Titular de Biologia dos Tecidos e Biologia dos Tecidos Bucais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS; ³Doutora em Estomatologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Professora Associada do Instituto Multidisciplinar de Reabilitação e Saúde e do Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas da Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA

Resumo

Introdução: os cimentos endodônticos obturadores à base de silicato de cálcio têm sido amplamente utilizados na endodontia, principalmente em razão de suas reconhecidas propriedades bioativas. Como consequência, uma quantidade expressiva de marcas comerciais foi lançada no mercado, dificultando a compreensão do profissional, principalmente no que diz respeito às diferentes composições químicas, apresentações, formas de uso e custo-benefício. **Objetivos:** o Objetivo deste trabalho foi analisar as diferenças composicionais, técnicas (indicações e apresentação comercial) e comerciais (custo e disponibilidade de venda) dos cimentos endodônticos obturadores à base de silicato de cálcio, disponíveis para uso e comercialização no Brasil. **Metodologia:** foi realizada uma busca sistemática no site da Anvisa, sendo identificados sete cimentos endodônticos obturadores biocerâmicos para uso no Brasil. As bulas dos produtos foram analisadas para verificação de composição, apresentação e indicação de uso. Sites especializados foram consultados para verificação de preço dos produtos. **Resultados:** observou-se que a composição química varia bastante, a depender do fabricante, sendo os silicatos tricálcico e dicálcico os componentes mais frequentes. A maioria dos cimentos é apresentada comercialmente pronta para uso, e possui óxido de zircônio como agente radiopacificador. A venda através de sites especializados ainda é restrita a alguns produtos, e o custo varia de acordo com a quantidade de material por embalagem. **Conclusão:** este trabalho apresentou as características composicionais, técnicas e comerciais de sete cimentos endodônticos obturadores à base de silicato de cálcio registrados na ANVISA e autorizados para uso no Brasil.

Palavras-chave: Materiais obturadores do canal radicular. Obturação do canal radicular. Cimento de silicato. Cimentos dentários. Silicato de cálcio.

Abstract

Introduction: calcium silicate-based endodontic sealers have been widely used in endodontics, mainly because of their recognized bioactive properties. As a result, a significant number of commercial brands were launched on the market, making it difficult for professionals their comprehension, especially with regard to different chemical compositions, presentations, forms of use and cost-effectiveness. **Objective:** the Objective of this work was to analyze the compositional, technical (indications and commercial presentation) and commercial (cost and availability) differences of calcium silicate-based endodontic sealers, available for use and commercialization in Brazil. **Methodology:** a systematic search was carried out on the Anvisa website, and seven bioceramic endodontic sealers for use in Brazil were identified. Product leaflets were analyzed to verify composition, presentation and indication of use. Specialized websites were consulted to verify the price of the products. **Results:** it was observed that the chemical composition varies a lot, depending on the manufacturer, with tricalcium and dicalcium silicates being the most frequent components. Most sealers are commercially available ready-to-use, and have zirconium oxide as a radiopacifying agent. The sale through specialized websites is still restricted to some products, and the cost varies according to the amount of material per package. **Conclusion:** this work presented the compositional, technical and commercial characteristics of seven calcium silicate-based endodontic sealers registered at ANVISA and authorized for use in Brazil.

Keywords: Root canal filling materials. Root canal sealants. Root canal obturation. Canals sealers. Calcium silicate.

INTRODUÇÃO

Os cimentos endodônticos obturadores à base de silicato de cálcio têm sido amplamente utilizados na en-

dodontia, principalmente em razão de suas reconhecidas propriedades bioativas. A busca por materiais que acelerem e induzam o reparo de lesões periapicais impulsionou a formulação de cimentos endodônticos, tendo como precursor o agregado trióxido mineral, popularmente conhecido como MTA¹⁻⁴.

O MTA é um biomaterial utilizado para diversas aplicações clínicas reparadoras, tais como: material para

Correspondente/Corresponding: *Gabriela Botelho Martins – Instituto de Ciências da Saúde (UFBA), Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas — End: Av. Reitor Miguel Calmon, s/n. Sala 410. Vale do Canela. Salvador (BA). Cep: 40. 231-300. — Fone: (71) 3283-8891 — E-mail: gbmartinsba@gmail.com

selamento de cavidades de retro-obturações em cirurgias parendodônticas, reabsorções e perfurações radiculares, capeamento pulpar direto, pulpotomia, barreira apical em dentes com rizogênese incompleta, entre outras. Esse material é composto de silicatos tricálcicos e dicálcicos, fosfatos de cálcio, hidróxido de cálcio e óxido de zircônio. A partir de modificações composicionais desse material, desenvolveram-se outros cimentos reparadores com silicatos de cálcio, conhecidos também como biocerâmicos⁵⁻⁷.

Os cimentos biocerâmicos possuem, como principais características, ótima capacidade de selamento e propriedades antibacterianas. Quando em contato com tecidos conjuntivos, como a polpa e o ligamento periodontal, estimulam o processo de mineralização tecidual⁸⁻⁹.

Apesar dos ótimos resultados e sucesso clínico como cimento reparador, estes materiais não possuem consistência de trabalho e escoamento adequados para serem utilizados como cimento obturador do canal radicular⁶. Para a obtenção dos benefícios de suas excelentes propriedades, foram desenvolvidas alterações na formulação desses produtos, como a modificação de sua fluidez, de modo a permitir seu uso como cimentos endodônticos obturadores dos canais radiculares⁹⁻¹⁰.

Nos últimos anos, verificou-se um grande número de pesquisas sobre os cimentos endodônticos obturadores à base de silicato de cálcio. Em consequência, uma quantidade expressiva de marcas comerciais foi lançada no mercado, dificultando a compreensão do profissional sobre as diferenças entre os diversos produtos, principalmente no que diz respeito à diversidade de composições químicas, apresentações e formas de uso, bem como quanto ao custo-benefício^{2,11-12}.

Para que os cimentos endodônticos obturadores sejam comercializados no Brasil, eles precisam estar registrados na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Dentre os inúmeros itens analisados e cadastrados pela Anvisa, esses materiais são classificados como “Produtos para a saúde”, que compreendem aqueles utilizados na realização de procedimentos médicos, odontológicos e fisioterapêuticos, bem como no diagnóstico, tratamento, reabilitação ou monitoração de pacientes. Além disso, eles são cadastrados com o nome técnico de “cimentos odontológicos” ou “selante para canal radicular”. A Anvisa classifica ainda os produtos para saúde de acordo com o risco intensivo que representam para a saúde do consumidor, paciente, operador ou terceiros envolvidos: baixo risco (classe I), médio risco (classe II), alto risco (classe III) e máximo risco (classe IV)¹³.

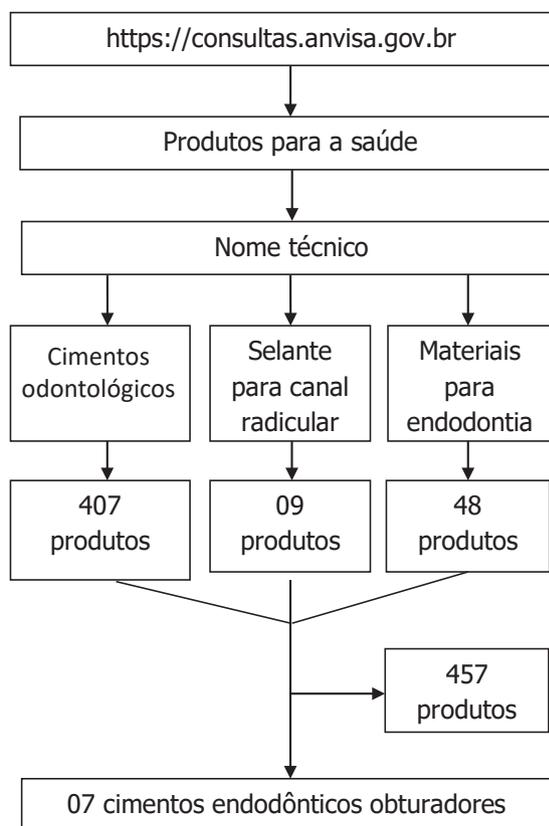
Para aprofundar a compreensão do cirurgião-dentista acerca dos cimentos endodônticos obturadores à base de silicato de cálcio, o objetivo deste trabalho foi o de analisar as diferenças composicionais, técnicas (indicações e apresentação comercial) e comerciais (custo e disponibilidade de venda) desses produtos, disponíveis para uso e comercialização no Brasil.

METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa, foram selecionados cimentos endodônticos obturadores à base de silicato de cálcio que possuem registro na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

Inicialmente, para identificar todos os cimentos endodônticos obturadores à base de silicato de cálcio disponíveis para comercialização e utilização no Brasil, foi realizada uma busca no site <https://consultas.anvisa.gov.br>¹⁴, na aba “Produtos para saúde”, inserindo-se, no campo “Nome técnico”, os termos “Cimentos odontológicos”, “Selante para canal radicular” e “Materiais para endodontia”. Foram encontrados, no total, 464 produtos. A relação do nome comercial de todos os produtos encontrados foi registrada, e, em seguida, foram excluídos 457 que não pertenciam à classificação de cimentos obturadores endodônticos à base de silicato de cálcio (biocerâmicos). Ao final, foi registrada uma relação com o nome comercial de sete (07) cimentos odontológicos ou selantes para canal radicular à base de silicato de cálcio, com finalidade obturadora. Foram encontrados os seguintes produtos: Bio-C Sealer®, Bioactive Bioceramics NeoMTA 2®, BioRoot RCS® Cimento Endodôntico Bioativo, Sealer Plus BC® – Cimento Biocerâmico, Sealer Plus BC® – Cimento Biocerâmico Pó-líquido, AH Plus® Bioceramic Sealer e Well-Root ST® – Material de selagem do canal radicular. O fluxograma da busca realizada está ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma de busca dos cimentos endodônticos obturadores biocerâmicos registrados na Anvisa.



Posteriormente, inserindo o nome comercial dos sete (07) produtos encontrados na aba “Produtos para a saúde, critérios para consulta”, foi feita uma busca dos detalhes de cada produto, registrando-se informações como empresa responsável, fabricante legal, número de registro na Anvisa, nome técnico, classificação de risco e a bula do produto.

As bulas dos produtos disponíveis no *site* da Anvisa foram analisadas, e informações relativas aos itens descrição, idioma da bula, apresentação, indicações e composição química também foram registradas. Quando não disponíveis no *site* mencionado, as bulas foram acessadas na versão brasileira do *site* oficial do fabricante de cada produto. Também foi verificado se informações

detalhadas sobre a técnica de uso dos produtos estavam disponíveis nos sites oficiais.

Uma busca no *site* dos fabricantes e em três *sites* especializados em vendas de produtos odontológicos foi realizada para pesquisar o valor médio de cada produto para venda ao consumidor no Brasil.

RESULTADOS

Foram identificados sete cimentos endodônticos obturadores à base de silicatos de cálcio registrados na Anvisa, autorizados para comercialização e uso no Brasil. Os detalhes desses produtos foram registrados e detalhados na Tabela 1.

Tabela 1 – Detalhamento dos produtos registrados na Anvisa.

Nome comercial	Nome da empresa	Fabricante legal	Nome técnico	Registro Anvisa	Classificação de risco
Bio-C Sealer	Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A	Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A	Cimentos odontológicos	10349459014	IV –Máximo risco
Bioactive Bioceramics NeoMTA 2	Ines Cursos e Equipamentos Odontológicos EIRELI	NUSMILE LTD	Cimentos odontológicos	81890179001	II –Médio risco
BioRoot RCS Cimento Endodôntico Bioativo	TDV Dental LTDA	SEPTODONT SAS	Cimentos odontológicos	10291220103	IV –Máximo risco
Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico	MK Produtos para Saúde LTDA	MK Produtos para Saúde LTDA	Cimentos odontológicos	10392999006	II –Médio risco
Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico Pólíquido	MK Produtos para Saúde LTDA	MK Produtos para Saúde LTDA	Cimentos odontológicos	10392999013	II –Médio risco
AH Plus® Bioceramic Sealer	Sirona Dental Comércio de Produtos e Sistemas Odontológicos LTDA.	MARUCHI	Selante para canal radicular	80745409009	II –Médio risco
Well-Root ST – Material de selagem do canal radicular	Passrod Importação e Exportação de Produtos para Saúde LTDA – ME	VERICOM CO., LTD.	Cimentos odontológicos	81504799050	II –Médio risco

Fonte: autoria própria, 2022.

As bulas dos cimentos encontrados foram extraídas do *site* da Anvisa, e as informações referentes ao nome comercial, idioma da bula, descrição do produto, forma de apresentação, indicações e composição química foram registradas na Tabela 2.

Todas as substâncias contidas nos cimentos endodônticos obturadores biocerâmicos encontrados foram listadas e relacionadas a cada produto, de forma a possi-

bilitar uma análise comparativa da composição química desses materiais (Tabela 3).

Posteriormente, foi feita uma consulta no *site* do fabricante e em três *sites* brasileiros, especializados em vendas de produtos odontológicos, para comparar a disponibilidade de venda e o custo de cada produto (Tabela 4).

Tabela 2 – Informações das bulas dos cimentos endodônticos obturadores biocerâmicos registrados na Anvisa.

Nome comercial	Idioma da bula	Descrição	Apresentação	Indicações	Composição química
Bio-C Sealer	Português	BIO-C® SEALER é um cimento endodôntico biocerâmico pronto para uso.	Pasta pronta para uso	Obturação do canal radicular e reabsorção interna não comunicante.	Silicatos de cálcio, aluminato de cálcio, óxido de cálcio, óxido de zircônio, óxido de ferro, dióxido de silício e agente de dispersão.
Bioactive Bio-ceramics NeoMTA 2	Inglês	NeoMTA2 é um biocerâmico bioativo e radiopaco.	Pó e gel à base de água	Capeamento pulpar direto e indireto, pulpotomia parcial, pulpotomia, forrador cavitário, base cavitária, apexogênese, apicificação, reabsorções e obturação do canal radicular.	Não disponível na bula.
BioRoot RCS Cimento Endodôntico Bioativo	Português	BioRoot™ RCS cimento endodôntico mineral bioativo.	Pó e líquido	Obturação do canal radicular.	Pó: silicato tricálcico, óxido de zircônio, povidona. Líquido: solução de água purificada, cloreto de cálcio, dihidratado e poliacarboxilato.
Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico	Português	O produto SEALER PLUS BC – Cimento Biocerâmico é uma mistura pronta, em pasta, para ser injetada, e foi desenvolvida para aplicações de preenchimento e selagem permanentes do canal radicular de dentes tratados.	Pasta pronta para uso	Obturação do canal radicular.	Óxido de zircônio, silicato tricálcico, silicato dicálcico, hidróxido de cálcio, propilenoglicol.
Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico Pó-líquido	Português	O produto SEALER PLUS BC – Cimento Biocerâmico pó-líquido é uma mistura pronta, radiopaca, sem alumínio e necessita a adição de água deionizada para sua preparação.	Pó e líquido	Obturação do canal radicular.	Óxido de zircônio, silicato tricálcico, silicato dicálcico, hidróxido de cálcio, propilenoglicol (diluyente), água deionizada (diluyente).
AH Plus® Bio-ceramic Sealer	Inglês	O AH Plus Bio-ceramic Sealer é um selante de canal radicular em conformidade com a ISO 6876, em uma seringa pré-carregada que não requer nenhuma pré-mistura e é definido pela absorção de umidade do ambiente do canal radicular.	Pasta pronta para uso	Obturação do canal radicular.	Dióxido de zircônio, silicato tricálcico, dimetilsulfóxido, carbonato de lítio, agentes espessantes
Well-Root ST – Material de selagem do canal radicular	Português	Well-Root ST é uma pasta composta de aluminossilicato de cálcio injetável pré-misturada e pronta para uso, desenvolvida para obturação permanente do canal radicular.	Pasta pronta para uso	Obturação do canal radicular.	Aluminossilicato de cálcio, óxido de zircônio, agente de enchimento e espessante

Fonte: autoria própria, 2022.

Tabela 3 – Tabela comparativa da composição química dos cimentos endodônticos obturadores biocerâmicos registrados na Anvisa.

	Bio-C Sealer	Bioactive Bioceramics NeoMTA 2*	BioRoot RCS Cimento Endodôntico Bioativo	Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico	Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico Pó-líquido	AH Plus® Bioceramic Sealer	Well-Root ST – Material de selagem do canal radicular
Silicatos tricálcicos	X	-	X	X	X	X	
Silicatos dicálcicos	X	-		X	X		
Aluminato de cálcio	X	-					X
Aluminossilicato de cálcio		-					X
Óxido de cálcio	X	-					
Hidróxido de Cálcio		-		X	X		
Óxido de zircônio	X	-	X	X	X		X
Dióxido de zircônio		-				X	
Óxido de ferro	X	-					
Dióxido de silício	X	-					
Povidona		-	X				
Dimetilsulfóxido		-				X	
Carbonato de lítio		-				X	
Agente de dispersão	X	-					
Cloreto de cálcio dihidratado		-	X				
Policarboxilato		-	X				
Água purificada		-	X				
Propilenoglicol		-		X	X		
Água deionizada		-			X		
Agentes espessantes		-				X	X

* Composição indisponível na bula do produto e no site do fabricante.

Fonte: autoria própria, 2022.

Tabela 4 – Tabela comparativa de peso líquido, valor comercial e disponibilidade de venda de cada produto.

Nome comercial	Peso líquido	Site do fabricante	Site 01	Site 02	Site 03
Bio-C Sealer	04 seringas com 0,5 g	*	340,99	354,00	339,00
Bioactive Bioceramics NeoMTA 2	-	**	Indisponível	Indisponível	Indisponível
BioRoot RCS Cimento Endodôntico Bioativo	1 pó de 15g + 35 Ampolas	*	999,00	970,00	970,00
Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico	Seringa 2gr	399,00	Indisponível	Indisponível	Indisponível
Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico Pó-líquido	Embalagem com 1gr + 5ml	138,00	Indisponível	Indisponível	Indisponível
AH Plus® Bioceramic Sealer	-	***	Indisponível	Indisponível	Indisponível
Well-Root ST – Material de selagem do canal radicular	-	**	Indisponível	Indisponível	Indisponível

* O site do fabricante não realiza vendas

** O site do fabricante não possui versão brasileira

*** O cimento só está disponível para venda no site dos EUA

Fonte: autoria própria, 2022.

DISCUSSÃO

Neste estudo, foi realizada uma análise dos cimentos odontológicos à base de silicato de cálcio, que possuem a indicação para obturação do canal radicular. Os cimentos odontológicos são definidos como substâncias que endurecem ou tomam presa, passando de um estado viscoso para um estado sólido, unindo duas superfícies¹⁵. Esses materiais têm ampla utilização na odontologia, com um grande número de tipos, composições, usos e indicações. Na endodontia, eles desempenham basicamente a função obturadora do canal radicular, unindo os cones de guta-percha entre si e às paredes dos canais, e a função reparadora, selando cavidades de retro-obturações, reabsorções, perfurações e servindo de material capeador sobre a polpa¹⁶.

Os cimentos endodônticos obturadores são registrados na Anvisa com o nome técnico de “Cimentos odontológicos” ou “Selante para canal radicular”. Pelo resultado das buscas realizadas, pode-se inferir que a expressão “Cimentos odontológicos” é mais abrangente e resultou num total de 407 produtos. Esse nome técnico engloba produtos com diversas finalidades, como cimentos provisórios e definitivos de próteses fixas, cimentos restauradores provisórios, adesivos, silanos, cimentos reparadores, agentes para forramento cavitário, entre outros. Já a expressão “Selante para canal radicular” se revelou mais específica e resultou na identificação de nove produtos, sendo que oito se referem a cimentos endodônticos obturadores. Essas informações são úteis para profissionais e pesquisadores que necessitem de informações mais detalhadas e técnicas desses produtos. Sfeir et al.¹¹ (2021) afirmam que as formulações dos cimentos endodônticos obturadores biocerâmicos podem apresentar especificidades que devem ser consideradas pelo profissional para o uso clínico adequado.

Restringindo a busca para cimentos endodônticos obturadores à base de silicato de cálcio, objeto deste estudo, foram encontrados sete cimentos disponíveis para uso no Brasil. O cimento AH Plus Bioceramic Sealer foi o único classificado como “Selante para canal radicular”. Todos os outros seis produtos encontrados foram classificados como “Cimentos odontológicos”. Komabayashi et al.¹⁶ (2020), em uma revisão de literatura sobre cimentos endodônticos obturadores, identificaram dez cimentos biocerâmicos disponíveis para uso no mundo. Contudo, a busca realizada por esses autores abrangeu também materiais não registrados na Anvisa como o Endo CPM Sealer (EGEO, Argentina), iRoot SP/EndoSequence BC/Total Fill BC/Edge Endo Sealer (Innovative Bioceramix, Canada), Ceraseal (MetaBiomed, Korea) e Endoseal MTA (Maruchi, Korea). Além disso, os cimentos Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico, Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico Pó-líquido, AH Plus Bioceramic Sealer e Well-Root ST, atualmente disponíveis no mercado mundial, também não foram identificados na referida revisão, o que pode ter ocorrido em razão do ano de realização da pesquisa.

Dentre os cimentos endodônticos, os cimentos à base de silicato de cálcio têm sido amplamente utilizados na última década. Esses materiais derivam do agregado trióxido mineral (MTA), que foi um cimento desenvolvido para uso odontológico na década de 90 por Torabinejad, consistindo em uma mistura de cimento Portland com óxido de bismuto¹⁷. O cimento Portland é um material utilizado na construção civil, composto principalmente por silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico e ferroaluminato tetracálcico. O óxido de bismuto foi incorporado ao cimento Portland para prover radiopacidade ao material⁷. O MTA é um cimento hidráulico, ou seja, reage com água para tomar presa, e se destaca pela sua excelente capacidade de selamento, biocompatibilidade e reconhecida bioatividade⁷. Todos os cimentos analisados neste estudo são classificados como hidráulicos, e a água necessária para que ocorra a reação de hidratação do material advém ou da fase líquida do material, quando na apresentação pó ou líquido, ou da umidade da própria dentina radicular, nos casos dos cimentos prontos para uso¹⁸.

Inicialmente, esse cimento foi utilizado na endodontia somente com a função reparadora, possuindo consistência de cimento arenoso, sem apresentar fluidez após sua manipulação, o que dificultava sua aplicação. De forma a aperfeiçoar as características de manuseio do material, novos cimentos à base de silicato de cálcio, com novas formulações, foram desenvolvidos. A fabricação de cimentos reparadores já prontos para uso, com características de uma massa plástica (*putty*), facilitou sua inserção em cavidades^{10,19-20}. Mais recentemente, para possibilitar seu uso como cimento obturador dos canais radiculares, o que exige a capacidade de escoamento, também foram desenvolvidas alterações na composição desses materiais, modificando-se, principalmente, sua fluidez e consistência de trabalho¹⁰. Os cimentos biocerâmicos analisados neste estudo apresentam escoamento do material compatível para uso como material obturador do canal radicular²¹⁻²⁴.

Segundo a regra 8 do anexo II da RDC 185¹³, que especifica as características dos produtos para determinar sua classificação de risco, todos produtos médicos implantáveis e os produtos médicos invasivos cirurgicamente, de uso em longo prazo, se enquadram na Classe III, exceto no caso de se destinarem à colocação nos dentes. Nesse caso, pertencem à Classe II. Dentre os sete produtos analisados neste estudo, cinco são classificados na classe II (médio risco). Contudo, os cimentos Bio-C Sealer e BioRoot RCS são classificados como classe IV (máximo risco), que são os produtos médicos implantáveis e os produtos médicos invasivos cirurgicamente, de uso em longo prazo, mas que produzem um efeito biológico, ou são absorvidos totalmente ou em grande parte. Apesar de todos os cimentos analisados possuírem um efeito biológico ou serem absorvidos pelo organismo, somente os cimentos Bio-C Sealer e BioRoot RCS foram classificados como classe IV (máximo risco). Não há, na bula dos produtos, justificativa alguma para essa diferença na classificação de risco, apesar de

todos serem considerados cimentos odontológicos ou selantes para canal radicular, com propriedades bioativas.

Em relação às indicações de uso dos cimentos obturadores biocerâmicos encontrados, somente o Neo MTA 2 tem a versatilidade de possuir, além da função de obturação do canal radicular, indicações para uso como cimento reparador em capeamento pulpar direto e indireto, pulpotomias, reabsorções dentárias e tratamento de dentes com rizogênese incompleta. Todos os outros seis cimentos avaliados são de uso exclusivo para obturação do canal radicular.

Dois formas de apresentação dos cimentos foram identificadas. Os cimentos NeoMTA 2, BioRoot RCS e Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico Pó-líquido são apresentados em duas fases (pó e líquido) e necessitam de manipulação. Os cimentos Bio-C Sealer, Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico, AH Plus Bioceramic Sealer e Well-Root ST já são fabricados prontos para uso e armazenados em seringas que facilitam sua inserção dentro dos canais radiculares.

Independentemente de sua forma de apresentação, os cimentos à base de silicato de cálcio necessitam de água para iniciar sua reação de presa. A água pode estar contida no líquido dos cimentos que são apresentados na forma de pó-líquido, ou, nos casos de cimentos obturadores prontos para uso, pode ser absorvida do próprio meio no qual o cimento será aplicado¹⁸. Os cimentos BioRoot RCS e Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico Pó-líquido, que necessitam ser manipulados agregando o pó ao líquido, apresentam água purificada e água deionizada, respectivamente. Silva Almeida et al.²⁵ (2017) compararam as propriedades físico-químicas e biológicas dos cimentos endodônticos à base de silicato de cálcio pré-misturados com os cimentos convencionais, revisando sistematicamente estudos em animais *in vitro* e *in vivo* na literatura. Apesar da falta de ensaios clínicos bem projetados e de longo prazo, os cimentos à base de silicato de cálcio pré-misturados mostraram boas propriedades físico-químicas e biológicas. Os resultados foram semelhantes ou melhores que os encontrados para os cimentos endodônticos convencionais. Muedra et al.²⁶ (2021) avaliaram a penetração tubular dentinária de diferentes cimentos endodônticos, comparando dois cimentos à base de silicato, um pré-misturado e outro na forma pó-líquido. Dentro das limitações do estudo, a penetração tubular foi maior no cimento endodôntico pré-misturado.

Os silicatos tricálcicos, silicatos dicálcicos e aluminato de cálcio são os principais componentes estruturais dos cimentos biocerâmicos. Esses componentes, ao reagirem com água, formam um gel de silicato de cálcio hidratado, responsável por formar uma matriz cristalina, que terá a função de resistência mecânica e presa do material²⁷⁻²⁸. Além disso, essa reação resulta na formação de hidróxido de cálcio, que será o responsável por liberar íons Ca^{++} e OH^- para o meio²⁹⁻³⁰. Esses íons são os responsáveis pelas propriedades biológicas esperadas desse material, como

atividade antibacteriana e bioatividade^{9,31-32}. Sfeir et al.¹¹ (2021), em uma revisão de literatura, observaram diferenças significativas nas formulações dos cimentos à base de silicato de cálcio avaliados, o que está em consonância com os resultados do presente estudo, que também verificou diferenças na composição química dos cimentos encontrados. O silicato tricálcico foi o componente mais frequente dos cimentos analisados (Bio-C Sealer, BioRoot RCS, Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico, Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico Pó-líquido, AH Plus Bioceramic Sealer), seguido do silicato dicálcico (Bio-C Sealer, Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico, Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico Pó-líquido). O aluminato de cálcio foi encontrado somente no Bio-C Sealer. Esse componente tem o efeito de acelerar a presa inicial e aumentar a resistência mecânica do cimento³³⁻³⁴. Moon et al.³⁰ (2018) afirmaram que o aluminato de cálcio tem biocompatibilidade limitada *in vitro* e *in vivo*, embora possa acelerar a hidratação inicial do cimento, e deve ser evitado na formulação desses materiais. O cimento Well-Root ST apresentou aluminossilicato de cálcio como componente estrutural, não possuindo, em sua formulação, silicatos tricálcicos, dicálcicos nem aluminato de cálcio. Os cimentos de aluminossilicato de cálcio foram desenvolvidos inicialmente como cimentos reparadores para contornar algumas desvantagens dos cimentos de silicato de cálcio, como longo tempo de presa e alta solubilização em fases iniciais da hidratação, quando aplicados em locais com intenso fluxo de fluidos teciduais³⁵. Kramer et al.³⁶ (2014) e Niu et al.³⁷ (2016) afirmam que o cimento de aluminossilicato de cálcio apresenta propriedades biológicas semelhantes ao MTA, embora, como cimento obturador, ainda não haja evidências que apontem vantagens do aluminossilicato de cálcio como material bioativo.

Os cimentos Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico e Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico Pó-líquido, ambos da MK Life, apresentam, em sua composição, o hidróxido de cálcio como fonte adicional para liberação de cálcio e hidroxila. Benetti et al.³⁸ (2019) afirmam que a quantidade maior de hidróxido de cálcio na composição desses cimentos melhora suas propriedades biológicas. O Bio-C Sealer contém o óxido de cálcio, que reage com água para também formar hidróxido de cálcio. A presença de componentes adicionais poderia potencializar a ação biológica desses materiais, já que os íons cálcio e hidroxila, quando em contato com os tecidos, são os responsáveis pela bioatividade dos cimentos biocerâmicos^{22,39-41}.

Os cimentos analisados neste estudo apresentam, em suas formulações, componentes que são responsáveis por modificar as propriedades físico-químicas desses materiais, aperfeiçoando suas características de radiopacidade, fluidez, viscosidade e consistência. Além disso, podem também interferir no tempo de presa do cimento.

Os cimentos biocerâmicos precisam conter agentes radiopacificadores, para serem visualizados nos exames de imagem radiográficos e tomográficos. O óxido de bismuto foi o primeiro agente a ser empregado para tal

função, embora o fato de essa substância causar pigmentação da estrutura dentária faça com que os fabricantes o substituam por óxido de zircônio e óxido de tântalo⁴²⁻⁴³. Para Cutajar et al.⁴⁴ (2011), uma carga de enchimento de 30% de óxido de zircônio ao cimento Portland, misturado em uma proporção de água para cimento de 0,3, resultou em um material com propriedades comparáveis ao MTA com óxido de bismuto. A maioria dos cimentos analisados apresentou o óxido de zircônio como agente radiopacificador, ao tempo em que somente o AH Plus Bioceramic Sealer contém, em sua composição, o dióxido de zircônio. Camilleri, Cutajar, Mallia⁴³ (2011) afirmam que o óxido de zircônio atuou como uma carga inerte e não participou da reação de hidratação do cimento Portland.

O óxido de ferro é um agente para pigmentação do cimento, e somente o Bio-C Sealer apresenta esse componente em sua formulação. Esse material não participa da reação de presa e cristalização dos cimentos à base de silicato de cálcio e não possui função biológica alguma⁴⁵.

Os agentes espessantes têm a função de aumentar a viscosidade dos cimentos, melhorando seu manuseio e sua consistência de trabalho. A povidona, em formulações farmacêuticas, é utilizada principalmente como aglutinante, formadora de filme, formadora de poros, espessante, solubilizante, inibidora de cristalização e inúmeras outras funções⁴⁶. Somente o BioRoot RCS apresenta esse componente na formulação do pó do produto. Os cimentos AH Plus Bioceramic Sealer e Well-Root ST possuem agentes espessantes em sua composição, mas essas substâncias também não são especificadas pelos fabricantes.

O tempo de presa dos cimentos à base de silicato de cálcio é longo. A reação de hidratação é lenta e, especialmente na utilização dos cimentos reparadores, isso pode representar cuidados adicionais. Assim, alguns cimentos apresentam agentes que aceleram o tempo de presa do material. Somente dois cimentos analisados neste estudo apresentam esses componentes. A fase líquida do BioRoot RCS contém cloreto de cálcio (CaCl_2), que é uma das substâncias mais empregadas para acelerar o processo de presa dos cimentos⁴⁷. O carbonato de lítio, presente somente na composição do AH Plus Bioceramic Sealer, também é um acelerador de presa⁴⁸. Entretanto, clinicamente, a presença desses agentes nos cimentos obturadores não interfere no tempo de trabalho do profissional.

Os agentes que propiciam a dispersão das partículas de cimento aumentam sua eficiência como ligante e melhoram seu manuseio, por atuarem nelas com forças de repulsão eletrostáticas ou elétricas. Consequentemente, têm efeitos sobre as reações de hidratação, retardando-as, assim como os tempos de presa⁴⁹⁻⁵⁰. O poliacrilato, contido na fase líquida do BioRoot RCS, atua como um agente dispersante. Os aditivos à base de poliacrilato retardam as reações de hidratação do cimento durante as primeiras horas, sem influência do tipo e da quantidade de hidratos formados em fases avançadas⁵⁰. O

Bio-C Sealer também contém agente dispersante em sua composição, mas o fabricante não especifica, na bula do produto, qual a substância utilizada para tal.

O Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico Pó-líquido apresenta propilenoglicol em sua fase líquida, e o fabricante especifica a função de diluente dessa substância. O propilenoglicol é uma substância comum em muitos cosméticos, em preparações tópicas para a pele, medicamentos e alimentos⁵¹. Na endodontia, ele é utilizado como veículo para pastas de hidróxido de cálcio com finalidade de funcionar como medicação intracanal. Estudos mostram que a adição de propilenoglicol ao MTA aumenta sua fluidez, tempo de presa e liberação de íons cálcio⁵². Contudo, Natu et al.⁵³ (2015) afirmam que, apesar de favorecer o aumento da liberação de íons cálcio, o propilenoglicol não é capaz de aumentar a bioatividade do MTA. Holland et al.⁵⁴ (2007) afirmam que o propilenoglicol, quando associado ao MTA, facilita a inserção do material nos canais radiculares. No estudo de Salem Milani et al.⁵⁵ (2013), o propilenoglicol aumentou sua resistência na união do cimento de MTA à dentina, quando a proporção foi de 80% de água destilada e 20% de propilenoglicol.

O dimetilsulfóxido (DMSO), presente somente na composição do AH Plus Bioceramic Sealer, é um solvente amplamente utilizado para agentes orgânicos e inorgânicos. O DMSO foi originalmente sintetizado por Zaytsev em 1867, por oxidação do dimetil sulfeto pelo óxido nítrico concentrado. A toxicidade do DMSO é reconhecidamente baixa e é uma excelente escolha como solvente para reações sob condições básicas⁵⁶⁻⁵⁷.

A análise de custo e de disponibilidade de venda dos cimentos endodônticos obturadores à base de silicato de cálcio mostrou que apenas quatro cimentos estão disponíveis para venda no Brasil. Chama a atenção o fato de que, dos sete cimentos registrados na Anvisa, somente quatro estão disponíveis para venda nos *sites* pesquisados, o que reduz a oferta de produtos aos profissionais. Os cimentos Bio-C Sealer e BioRoot RCS não são vendidos no *site* do fabricante, somente em *sites* especializados em vendas de produtos odontológicos. Os cimentos Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico e Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico Pó-líquido estão disponíveis para venda no *site* do fabricante, e não estão disponíveis para venda nos *sites* de venda pesquisados.

Os cimentos Bio-C Sealer e Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico são apresentados prontos para uso, e ambos são vendidos no peso líquido de 2g. O valor de venda desses materiais é equivalente, tendo o Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico um custo maior. Os cimentos BioRoot RCS e Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico pó-líquido são apresentados na composição pó e líquido, porém o peso líquido desses produtos é bastante díspar. Enquanto o Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico Pó-líquido é vendido na quantidade de 1g de pó e 5ml de líquido, o BioRoot RCS é vendido num peso líquido de 15g de pó e 35 ampolas de líquido. Consequentemente, o custo desses

produtos tem uma grande variação. Os cimentos NeoMTA 2 e AH Plus Bioceramic Sealer, apesar de estarem registrados na Anvisa, ainda não estão à venda no *site* oficial do fabricante no Brasil e em nenhum *site* especializado pesquisado. Uma observação a se considerar é de que o valor agregado de marca ou fabricante pode interferir nesse valor final.

Como limitação deste estudo, não foi possível analisar a porcentagem composicional de cada substância. Somente os cimentos Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico e Sealer Plus BC – Cimento Biocerâmico Pó-líquido apresentaram, em sua bula, os percentuais de cada componente composicional, mesmo assim de forma abrangente dentro de uma faixa de variação. Essa ausência deve-se ao sigilo do fabricante no que tange à patente comercial dos produtos. O presente trabalho permitiu identificar os cimentos endodônticos obturadores à base de silicato de cálcio disponíveis para uso no Brasil e possibilitará ao cirurgião-dentista compreender as diferenças composicionais e as funções principais de cada componente da fórmula dos produtos analisados, a indicação e a forma de uso de cada material, sua apresentação comercial, seu custo médio e disponibilidade de venda no Brasil.

CONCLUSÃO

O estudo identificou sete materiais endodônticos obturadores à base de silicato de cálcio registrados na Anvisa e autorizados para uso no Brasil. A composição química dos cimentos varia bastante de acordo com o fabricante, embora a maioria dos materiais apresente, como componentes principais, o silicato tricálcico e dicálcico, além de possuírem óxido de zircônio como agente radiopacificador. Somente o cimento Neo MTA 2 apresenta outras indicações, além do uso como cimento endodôntico obturador. A maioria dos cimentos é apresentada comercialmente pronta para uso e possui grande variação na quantidade de material por embalagem, a depender da marca comercial, o que resulta, consequentemente, em uma variação de valor dos produtos. A disponibilidade de venda pela internet ainda é restrita a alguns *sites* especializados.

REFERÊNCIAS

1. Song W, Li S, Tang Q, Chen L, Yuan Z. *In vitro* biocompatibility and bioactivity of calcium silicate based bioceramics in endodontics (Review). *Int J Mol Med*. 2021 July;48(1):128. doi: 10.3892/ijmm.2021.4961
2. Sanz JL, Guerrero-Gironés J, Pecci-Lloret MP, Pecci-Lloret MR, Melo M. Biological interactions between calcium silicate-based endodontic biomaterials and periodontal ligament stem cells: a systematic review of *in vitro* studies. *Int Endod J*. 2021 Nov;54(11):2025-43. doi: 10.1111/iej.13600
3. Bel Haj Salah K, Jaâfoura S, Tlili M, Ben Ameer M, Sahtout S. Outcome of root canal treatment of necrotic teeth with apical periodontitis filled with a bioceramic-based sealer. *Int J Dent*. 2021 Mar;2021:8816628. doi: 10.1155/2021/8816628

4. Chopra V, Davis G, Baysan A. Physico-chemical properties of calcium-silicate vs. resin based sealers-a systematic review and meta-analysis of laboratory-based studies. *Materials (Basel)*. 2021 Dec 29;15(1):229. doi: 10.3390/ma15010229
5. Darvell BW, Wu RC. "MTA" – an Hydraulic silicate cement: review update and setting reaction. *Dent Mater*. 2011 May;27(5):407-22. doi: 10.1016/j.dental.2011.02.001
6. Dawood AE, Parashos P, Wong RHK, Reynolds EC, Manton DJ. Calcium silicate-based cements: composition, properties, and clinical applications. *J Investig Clin Dent*. 2017 May;8(2). doi: 10.1111/jicd.12195
7. Shahi S, Fakhri E, Yavari H, Maleki Dizaj S, Salatin S, Khezri K. Portland cement: an overview as a root repair material. *Biomed Res Int*. 2022 Jan 6;2022:3314912. doi: 10.1155/2022/3314912
8. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod*. 2010 Jan;36(1):16-27. doi: 10.1016/j.joen.2009.09.006
9. Wang Z, Shen Y, Haapasalo M. Antimicrobial and antibiofilm properties of bioceramic materials in endodontics. *Materials (Basel)*. 2021 Dec;14(24):7594. doi: 10.3390/ma14247594
10. Ha W, Kahler B, Walsh LJ. Classification and nomenclature of commercial hygroscopic dental cements. *Eur Endod J*. 2017 Oct;2(1):1-10. doi: 10.5152/eej.2017.17006
11. 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 (Basel)*. 2021 July 15;14(14):3965. doi: 10.3390/ma14143965
12. Camilleri J, Atmeh A, Li X, Meschi N. Present status and future directions: Hydraulic materials for endodontic use. *Int Endod J*. 2022 May;55(Suppl 3):710-77. doi: 10.1111/iej.13709
13. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada Resolução – RDC nº 185, de 22 de outubro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico que consta no anexo desta Resolução, que trata do registro, alteração, revalidação e cancelamento do registro de produtos médicos na Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. 22 out. 2001.
14. Anvisa [Internet]. 2022. [acesso em 2022 maio 8]. Disponível em: <https://consultas.anvisa.gov.br/#/>.
15. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. – Phillips materiais dentários. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2013.
16. Komabayashi T, Colmenar D, Cvach N, Bhat A, Primus C, Imai Y. Comprehensive review of current endodontic sealers. *Dent Mater J*. 2020 Sept;39(5):703-20. doi: 10.4012/dmj.2019-288
17. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod*. 1993 Dec;19(12):591-5. doi: 10.1016/S0099-2399(06)80271-2
18. Al-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-based root canal sealers: a review. *Int J Biomater*. 2016;2016:9753210. doi: 10.1155/2016/9753210
19. Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: biological perspectives and clinical applications. *Dent Mater*. 2015 Apr;31(4):351-70. doi: 10.1016/j.dental.2015.01.004
20. Zafar K, Jamal S, Ghafoor R. Bio-active cements-mineral trioxide aggregate based calcium silicate materials: a narrative review. *J Pak Med Assoc*. 2020 Mar;70(3):497-504. doi: 10.5455/JPMA
21. Khalil I, Naaman A, Camilleri J. Properties of Tricalcium Silicate Sealers. *J Endod*. 2016 Oct;42(10):1529-35. doi: 10.1016/j.joen.2016.06.002

22. Mendes AT, Silva PBD, Só BB, Hashizume LN, Vivan RR, Rosa RAD, et al. Evaluation of Physicochemical Properties of New Calcium Silicate-Based Sealer. *Braz Dent J.* 2018 Nov-Dec;29(6):536-40. doi: 10.1590/0103-6440201802088
23. 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;45(10):1248-52. doi: 10.1016/j.joen.2019.07.006
24. Antunes TBM, Janini ACP, Pelepenko LE, Abuna GF, Paiva EM, Sinhoretí MAC, et al. Heating stability, physical and chemical analysis of calcium silicate-based endodontic sealers. *Int Endod J.* 2021 July;54(7):1175-88. doi: 10.1111/iej.13496
25. Silva Almeida LH, Moraes RR, Morgental RD, Pappen FG. Are premixed calcium silicate-based endodontic sealers comparable to conventional materials? a systematic review of in vitro studies. *J Endod.* 2017 Apr;43(4):527-35. doi: 10.1016/j.joen.2016.11.019
26. Muedra P, Forner L, Lozano A, Sanz JL, Rodríguez-Lozano FJ, Guerrero-Gironés J, et al. Could the calcium silicate-based sealer presentation form influence dentinal sealing? an in vitro confocal laser study on tubular penetration. *Materials (Basel).* 2021 Jan 31;14(3):659. doi: 10.3390/ma14030659
27. Camilleri J. Hydration mechanisms of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J.* 2007 June;40(6):462-70. doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01248.x
28. Camilleri J. Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J.* 2008 May;41(5):408-17. doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01370.x
29. Marciano MA, Duarte MA, Camilleri J. Calcium silicate-based sealers: assessment of physicochemical properties, porosity and hydration. *Dent Mater.* 2016 Feb;32(2):e30-40. doi: 10.1016/j.dental.2015.11.008
30. Moon HJ, Lee JH, Kim JH, Knowles JC, Cho YB, Shin DH. Reformulated mineral trioxide aggregate components and the assessments for use as future dental regenerative cements. *J Tissue Eng.* 2018 Oct30;9:2041731418807396. doi: 10.1177/2041731418807396
31. Lim M, Jung C, Shin DH, Cho YB, Song M. Calcium silicate-based root canal sealers: a literature review. *Restor Dent Endod.* 2020 June;45(3):e35. doi: 10.5395/rde.2020.45.e35
32. Jo SB, Kim HK, Lee HN, Kim YJ, Dev Patel K, Campbell Knowles J, et al. Physical properties and biofunctionalities of bioactive root canal sealers in vitro. *Nanomaterials (Basel).* 2020 Sept;10(9):1750. doi: 10.3390/nano10091750
33. Liu WN, Chang J, Zhu YQ, Zhang M. Effect of tricalcium aluminate on the properties of tricalcium silicate-tricalcium aluminate mixtures: setting time, mechanical strength and biocompatibility. *Int Endod J.* 2011 Jan;44(1):41-50. doi: 10.1111/j.1365-2591.2010.01793.x
34. Liu X, Ma B, Tan H, Gu B, Zhang T, Chen P, et al. Effect of aluminum sulfate on the hydration of Portland cement, tricalcium silicate and tricalcium aluminate. *Construct Build Mater.* 2020 Jan;232:117179.
35. Kohout GD, He J, Primus CM, Opperman LA, Woodmansey KF. Comparison of Quick-Set and mineral trioxide aggregate root-end fillings for the regeneration of apical tissues in dogs. *J Endod.* 2015 Feb;41(2):248-52. doi: 10.1016/j.joen.2014.10.005
36. Kramer PR, Woodmansey KF, White R, Primus CM, Opperman LA. Capping a pulpotomy with calcium aluminosilicate cement: comparison to mineral trioxide aggregates. *J Endod.* 2014 Sept;40(9):1429-34. doi: 10.1016/j.joen.2014.02.001
37. Niu LN, Pei DD, Morris M, Jiao K, Huang XQ, Primus CM, et al. Mineralogical characteristics of osteogenic lineage-committed human dental pulp stem cells following their exposure to a discoloration-free calcium aluminosilicate cement. *Dent Mater.* 2016 Oct;32(10):1235-47. doi: 10.1016/j.dental.2016.07.007
38. Benetti F, Queiroz ÍOA, Cosme-Silva L, Conti LC, Oliveira SHP, Cintra LTA. Cytotoxicity, biocompatibility and biomineralization of a new ready-for-use bioceramic repair material. *Braz Dent J.* 2019 July;30(4):325-32. doi: 10.1590/0103-6440201902457
39. Holland R, de Souza V, Nery MJ, Bernabéo FE, Otoboni Filho JA, Dezan Junior E, et al. Calcium salts deposition in rat connective tissue after the implantation of calcium hydroxide-containing sealers. *J Endod.* 2002 Mar;28(3):173-6. doi: 10.1097/00004770-200203000-00007
40. de Oliveira RL, Oliveira Filho RS, Gomes Hde C, de Franco MF, Enokihara MM, Duarte MA. Influence of calcium hydroxide addition to AH Plus sealer on its biocompatibility. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 Jan;109(1):e50-4. doi: 10.1016/j.tripleo.2009.08.026
41. Cintra LTA, Benetti F, de Azevedo Queiroz ÍO, Ferreira LL, Massunari L, Bueno CRE, et al. Evaluation of the cytotoxicity and biocompatibility of new resin epoxy-based endodontic sealer containing calcium hydroxide. *J Endod.* 2017 Dec;43(12):2088-92. doi: 10.1016/j.joen.2017.07.016
42. Camilleri J. Hydration characteristics of calcium silicate cements with alternative radiopacifiers used as root-end filling materials. *J Endod.* 2010 Mar;36(3):502-8. doi: 10.1016/j.joen.2009.10.018
43. Camilleri J, Cutajar A, Mallia B. Hydration characteristics of zirconium oxide replaced Portland cement for use as a root-end filling material. *Dent Mater.* 2011 Aug;27(8):845-54. doi: 10.1016/j.dental.2011.04.011
44. Cutajar A, Mallia B, Abela S, Camilleri J. Replacement of radiopacifier in mineral trioxide aggregate; characterization and determination of physical properties. *Dent Mater.* 2011 Sept;27(9):879-91. doi: 10.1016/j.dental.2011.04.012
45. Asgary S, Parirokh M, Eghbal MJ, Brink F. Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2005 Feb;31(2):101-3. doi: 10.1097/01.don.0000133156.85164.b2
46. Siboni F, Taddei P, Prati C, Gandolfi MG. Properties of NeoMTA Plus and MTA Plus cements for endodontics. *Int Endod J.* 2017 Dec;50(Suppl 2):e83-e94. doi: 10.1111/iej.12787
47. AlAnezi AZ, Zhu Q, Wang YH, Safavi KE, Jiang J. Effect of selected accelerants on setting time and biocompatibility of mineral trioxide aggregate (MTA). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011 Jan;111(1):122-7. doi: 10.1016/j.tripleo.2010.07.013
48. Oliveira I, Pandolfelli V. Propriedades e bioatividade de um cimento endodôntico à base de aluminato de cálcio. *Cerâmica.* 2011;57. 364-70. doi:10.1590/S0366-69132011000300017
49. Oliveira I, Garcia J, Pandolfelli V. Influência de aditivos dispersantes e acelerador na hidratação de cimento e cimento-matriz. *Cerâmica.* 2020;52. doi:10.1590/S0366-69132006000300012
50. Rojas C, Cincotto M. Influence of polycarboxylate molecular structure on Portland cement hydration. *Ambiente Construído.* 2013;13:267-83. doi: 10.1590/S1678-86212013000300016
51. Jacob SE, Scheman A, McGowan MA. Propylene Glycol. Dermatitis. 2018 Jan-Feb;29(1):3-5. doi: 10.1097/DER.0000000000000315
52. Duarte MA, Alves de Aguiar K, Zeferino MA, Vivan RR, Ordinola-Zapata R, Tanomaru-Filho M, et al. Evaluation of the propylene glycol association on some physical and chemical properties of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J.* 2012 June;45(6):565-70. doi: 10.1111/j.1365-2591.2012.02012.x

53. Natu VP, Dubey N, Loke GC, Tan TS, Ng WH, Yong CW, et al. Bioactivity, physical and chemical properties of MTA mixed with propylene glycol. *J Appl Oral Sci.* 2015 July-Aug;23(4):405-11. doi: 10.1590/1678-775720150084
54. Holland R, Mazuqueli L, de Souza V, Murata SS, Dezan Júnior E, Suzuki P. Influence of the type of vehicle and limit of obturation on apical and periapical tissue response in dogs' teeth after root canal filling with mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2007 June;33(6):693-7. doi: 10.1016/j.joen.2007.02.005
55. Salem Milani A, Froughreyhani M, Charchi Aghdam S, Pournaghia-
zar F, Asghari Jafarabadi M. Mixing with propylene glycol enhances the bond strength of mineral trioxide aggregate to dentin. *J Endod.* 2013 Nov;39(11):1452-5. doi: 10.1016/j.joen.2013.05.005
56. Cardoso MFC. Métodos de preparação industrial de solventes e reagentes químicos: Dimetilssulfóxido (CAS No. 67-68-5). *Rev. Virtual Quim.* 2011;3(4):344-52.
57. Huang SH, Wu CH, Chen SJ, Sytwu HK, Lin GJ. Immunomodulatory effects and potential clinical applications of dimethyl sulfoxide. *Immunobiology.* 2020 May;225(3):151906. doi: 10.1016/j.imbio.2020.151906

Submetido em: 30/11/2022

Aceito em: 01/12/2022