



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**

**CAIO SPILLERE DE OLIVEIRA**

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS CIMENTOS OBTURADORES  
BIOCERÂMICOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Palhoça

2023

**CAIO SPILLERE DE OLIVEIRA**

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS CIMENTOS OBTURADORES  
BIOCERÂMICOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Projeto de Pesquisa apresentado ao Curso de Odontologia campus Pedra Branca, da Universidade do Sul de Santa Catarina, apresentado à disciplina de TCC I com o requisito parcial de aprovação.

Orientador: Prof. Dra. Beatriz Serrato Coelho Rossetto

Palhoça  
2023

**CAIO SPILLERE DE OLIVEIRA**

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS CIMENTOS OBTURADORES  
BIOCERÂMICOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado à obtenção do título de cirurgiã dentista e aprovado em sua forma final pelo curso de Odontologia da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 16 de Junho de 2023

Banca examinadora:

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Beatriz Serrato Coelho

Universidade do Sul de Santa Catarina

Orientadora

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Josiane de Almeida Cava da Silveira

Universidade do Sul de Santa Catarina

Membro da Banca

---

Dds. Taynara dos Santos Gourlart

Universidade do Sul de Santa Catarina

Membro da Banca

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, **Brígida e Gustavo**, por serem os melhores pais que eu poderia ter. Por todo amor, apoio e dedicação. Por terem acreditado em mim quando nem eu mesmo acreditei. Por nunca terem me deixado desistir e mesmo com as dificuldades, nunca hesitarem em dedicar seu tempo, energia e recursos para que eu alcançasse esse sonho. Reconheço todo sacrifício que fizeram e sou eternamente grato, espero que algum dia eu possa retribuir tudo.

À minha companheira e futura colega de profissão, **Luísa**, por ser fonte de inspiração, apoio e motivação, pela troca de conhecimentos que me manteve motivado, por estar ao meu lado e me dar força nos momentos difíceis, o que tem sido fundamental e sou eternamente grato. Estou ansioso para crescermos juntos como profissionais e como pessoas. *“Sonho que se sonha só é só um sonho que se sonha só, mas sonho que se sonha junto é realidade”*.

Aos meus padrinhos, **Raphael e Camille**, sua generosidade e carinho nunca passaram despercebidos. Sou profundamente grato por tudo o que fizeram por mim. Se um dia eu conseguir ser, para suas filhas, pelo menos metade do que vocês foram para mim, estarei realizado.

Ao meu irmão **Lucas**, gostaria de expressar toda a minha gratidão. Você ilumina os meus dias e enche meu coração de amor. Obrigado por ser uma criança tão especial e trazer alegria para a nossa família. Estou sempre aqui para te apoiar e te amar incondicionalmente.

À minha irmã **Paula**, por todo amor, apoio e orientação. Obrigado por ser uma grande inspiração e por sempre estar ao meu lado.

À minha avó, **Margareth**, por ter insistido tanto para que eu fizesse o curso de odontologia, por todo amor, carinho e momentos de alegria que você me proporciona, sua presença em minha vida é um presente inestimável e sou imensamente grato por tudo.

Ao meu avô, **Mario César**(*in memoriam*), minha profunda gratidão por todos os momentos preciosos que compartilhamos juntos. Sua presença faz falta todo dia, mas seu legado continuará vivo em nossos corações. Descanse em paz, e saiba que você será eternamente amado e lembrado.

Aos meus avós, **José Carlos e Rita**, meu amor e gratidão eternos. Obrigado por todos os momentos de felicidade que vocês me proporcionam. Vocês são uma inspiração constante em minha vida.

À **Osvaldete**, sua presença em nossa casa torna tudo mais fácil e confortável. Obrigado por uma avó para mim, por toda a dedicação e cuidado, você é parte essencial da nossa família.

Ao meu melhor amigo **João Pedro** por estar ao meu lado em todas as fases da vida, compartilhando risos, lágrimas e memórias inesquecíveis. Sua lealdade, apoio e presença constante são verdadeiros presentes. Nossa amizade é uma das coisas que mais valorizo na vida e espero que seja eterna.

Aos meus amigos, **Vinicius, Theo, Matheus Oliveira, Matheus Vargas e Eduardo**, gostaria de expressar minha profunda gratidão por todo apoio e por sempre estarem sempre ao meu lado.

Aos meus colegas de graduação, **Leonardo, Diogo e Rogério**, que foram parceiros valiosos ao longo dessa jornada, compartilhando conhecimento, apoio e risadas. Obrigado por tornarem essa experiência acadêmica mais leve.

A todos os integrantes da família **Oliveira e Machado** por serem uma fonte constante de amor, apoio e união, sou grato por fazer parte dessas famílias maravilhosas.

À minha orientadora **Beatriz**. Sua orientação e dedicação foram fundamentais para o sucesso deste trabalho. Sou grato por todos ensinamentos e palavras de encorajamento que me deram forças nas clínicas. Agradeço ainda por despertar em mim uma paixão pela endodontia, seu conhecimento, dedicação e entusiasmo pela matéria é contagiante e inspirador.

À minha banca, **Josiane e Taynara**, por aceitarem o convite. A presença de vocês me deixa honrado.

de Oliveira, C. S. **Propriedades físico-químicas dos cimentos obturadores biocerâmicos: uma revisão integrativa**. 2023. 32f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Universidade do Sul de Santa Catarina Palhoça/SC, 2023.

## **RESUMO**

**Introdução:** O tratamento endodôntico visa selar o canal em todo seu volume e extensão para promover reparo dos tecidos periapicais e evitar reinfecções. Os cimentos biocerâmicos são novos materiais obturadores que vêm sendo utilizados na endodontia, prometem melhores resultados nas propriedades físico-químicas por conta de sua biocompatibilidade com os tecidos adjacentes, capazes de auxiliar na remineralização de lesões periapicais. **Objetivo:** O presente estudo teve como objetivo analisar diferentes propriedades físico-químicas dos cimentos obturadores biocerâmicos por meio de uma revisão integrativa. **Métodos:** A pesquisa foi feita nas bases de dados do PubMed e Lilacs para análise das propriedades de escoamento, estabilidade dimensional, solubilidade, tempo de trabalho, tempo de presa e radiopacidade, todas de acordo com as normas preconizadas por ISO 6876/2012 e ANSI/ADA nº 57. **Resultados:** Através do presente estudo pode-se obter o resultado que os cimentos biocerâmicos quando comparado com os demais materiais obturadores possuem o pH mais alcalino, maior solubilidade, inclusive ultrapassando as normas padrões, porém não interferindo nos resultados de escoamento e estabilidade dimensional. Além disso, apresentam maior escoamento e são mais estáveis. **Conclusão:** Dentre todas propriedades avaliadas, os cimentos biocerâmicos mostraram-se eficazes para uso na prática clínica.

**Descritores:** physicochemical properties; endodontic sealer; calcium silicate

de Oliveira, C. S. **Physicochemical properties of bioceramic filling cements: an integrative review**. 2023. 32p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Universidade do Sul de Santa Catarina Palhoça/SC, 2023.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Endodontic treatment aims to seal the canal throughout its volume and length to promote periapical tissue repair and prevent reinfections. Bioceramic cements are new filling materials that have been used in endodontics, promising better results in terms of physicochemical properties due to their biocompatibility with adjacent tissues, capable of assisting in the remineralization of periapical lesions, unlike conventional cements commercialized in the market, which if they leak through the apex, they can cause resorption.

**Objective:** This study aims to analyze different physicochemical properties of bioceramic filling cements through an integrative review. **Methods:** The research was carried out in the PubMed and Lilacs databases to analyze flow properties, dimensional stability, solubility, working time, setting time and radiopacity, all in accordance with the standards recommended by ISO 6876/2012 and ANSI /ADA nº 57. **Results:** Through the present study, it was possible to obtain the result that bioceramic cements, when compared to other filling materials, have a more alkaline pH, greater solubility, even surpassing standard norms, but not interfering in the flow results and dimensional stability, which in turn present greater flow and are more stable.

**Conclusion:** Among all evaluated properties, bioceramic cements proved to be effective for use in clinical practice.

**Keywords:** physicochemical properties; endodontic sealer; calcium silicate

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>ARTIGO.....</b>	<b>12</b>
	INTRODUÇÃO .....	14
	MÉTODOS .....	15
	RESULTADOS.....	19
	DISCUSSÃO.....	24
	CONCLUSÃO .....	26
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>30</b>
<b>4</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico consiste em tratar patologias associadas à polpa radicular e tecidos apicais associados, com base no estudo da morfologia e fisiologia dental.<sup>1</sup> O objetivo principal da obturação é preencher todo volume e extensão do canal, prevenindo que microrganismos residuais causem reinfecção e danos ao tecido apical, por esse motivo há a necessidade do uso do cimento obturador, para que preencha ramificações e se obtenha uma obturação tridimensional densa e estável.<sup>2 3</sup>

O cimento ideal para obturação necessita de alguns critérios indispensáveis para o sucesso do tratamento. Tendo em vista que nenhum material hoje presente no mercado possui todas as propriedades requeridas, a busca por um cimento com maior compatibilidade é indispensável.<sup>4</sup> Os cimentos podem ser classificados de acordo com seu principal componente em: cimento à base de óxido de zinco e eugenol, cimento à base de resinas, cimentos à base de hidróxido de cálcio e cimentos à base de silicato de cálcio, também conhecidos como biocerâmicos.<sup>5,6</sup>

Os cimentos biocerâmicos possuem alta biocompatibilidade por conta de sua similaridade com a hidroxiapatita e ótima ação antibacteriana e antifúngica, por possuírem nanocristais com diâmetro entre 1-3nm que evitam a adesão de bactérias, além da sua capacidade de atrair osteoindutores que estimulam osteoindução intrínseca no processo de cicatrização óssea.<sup>7 8 9</sup> Com base na atividade com o tecido à sua volta, os cimentos são classificados como ativos, aqueles que têm capacidade de induzir a formação de tecido duro, ou inertes, que não apresentam nenhum efeito biológico ou fisiológico. Possuem ainda subdivisões, como degradáveis e não degradáveis, baseado na sua estabilidade.<sup>10</sup>

Estudos comparativos de diversos cimentos obturadores apontam majoritariamente a superioridade dos cimentos biocerâmicos em relação aos demais cimentos comercializados. Dentre as referentes pesquisas, Zhou et al. (2013) analisou as propriedades físico-químicas de cinco cimentos comercializados, a pesquisa apontou melhor estabilidade dimensional e escoamento para os dois cimentos à base de silicato de cálcio (MTA Fillapex e Endosequence BC) em relação aos dois à base de resina epóxi (AH Plus e ThermaSeal) e ao cimento à base de silicone (GuttaFlow), em contrapartida os cimentos à base de silicato de cálcio apresentaram maior solubilidade.<sup>11</sup>

O estudo das propriedades físico-químicas dos cimentos endodônticos é fundamental para entender o comportamento do material e conseqüentemente sua aplicação clínica. Dentre elas, temos o escoamento, estabilidade dimensional, radiopacidade, solubilidade, viscosidade, tempo de trabalho e de presa.

O escoamento é imprescindível para determinar a qualidade do cimento obturador e depende totalmente da viscosidade do material utilizado. É necessário um escoamento ótimo para total penetração de ramificações e irregularidades presentes no canal. Um material com alta viscosidade fará com que o escoamento seja baixo e não penetre o canal em uma totalidade, já o material com baixa viscosidade fará com que o escoamento seja acima dos níveis desejáveis, ocasionando extravasamento de material para os tecidos periapicais.<sup>12 11</sup>

O teste realizado para análise de escoamento é preconizado pelas normas da ISO 6876/2012, no qual uma quantia de 0,05ml de cimento é disposta no centro de uma placa de vidro (40x40x5mm) e três minutos depois outra placa de vidro idêntica à primeira, pesando 20g, é colocada em cima da primeira placa contendo o material obturador, juntamente com um peso cilíndrico de 100g. Após 10 minutos do início da mistura, o peso de 100g é removido e o diâmetro formado é mensurado com um paquímetro digital. A norma preconiza que a diferença do maior e menor diâmetro do mesmo círculo não deve ser maior que 1mm, se o disco formado não ficar uniformemente circular, o teste deverá ser repetido. O diâmetro ideal deverá ser maior que 17mm para uma amostra contendo 0,05ml de cimento.<sup>13</sup>

A estabilidade dimensional é o fator que determina a expansão ou encolhimento do cimento após sua presa, não podendo ultrapassar a média de 1% a 0,1% de expansão, de acordo com a ANSI/ADA (American National Standard/American Dental Association).<sup>14</sup> A estabilidade dimensional adequada é importante para evitar reinfecções, pois a maioria dos cimentos obturadores contraem após a presa, podendo continuar a contrair mesmo após o cimento completamente endurecido, fazendo com que formem-se espaços vazios decorrentes da contração indesejada, estes espaços formados são passíveis de reinfecção.<sup>15</sup>

A solubilidade por sua vez está diretamente associada com a estabilidade dimensional do material usado para a obturação. Está relacionada com a perda de massa de material quando está imerso em água, portanto ter uma alta solubilidade seria desvantajoso para o material.<sup>16</sup> Segundo as normas padrões apresentadas na ISO 6876/2012, a solubilidade adequada seria menor que 3%, a fim de evitar possíveis reinfecções.<sup>13</sup>

Para o cálculo do tempo de presa se dá desde o início da mistura até sua presa total, ocorrendo de 30 minutos a 72h. O tempo de presa não deve exceder o tempo máximo preconizado pelas normas ISO 6876/2012 e ANSI/ADA para não reduzir a resistência do tratamento e causar citotoxicidade.<sup>17</sup>

A radiopacidade é indispensável em um cimento obturador, visto que a avaliação radiológica se faz necessária para controle do preenchimento do tratamento endodôntico, portanto há normas de acordo com a quantidade de alumínio ideal no material. Materiais extremamente radiopacos, com maior quantidade de alumínio recomendada, possuem forte contraste, podendo passar a falsa impressão de uma obturação densa e homogênea. Da mesma forma, cimentos com pouca radiopacidade dificultam a visualização da obturação e até mesmo possíveis extravazamentos.<sup>18</sup> Por esse motivo o fabricante deve seguir a quantidade recomendada para distinguir o cimento obturador de estruturas anatômicas adjacentes, aproximadamente de 3mm de alumínio, de acordo com as normas ISO 6876/2012.<sup>13</sup>

Em virtude deste material ser tão recente, suas propriedades físico-químicas ainda são desconhecidas por grande parte dos clínicos, por esta razão o objetivo do presente estudo é pontuar a singularidade de cada uma delas.

## 2 ARTIGO

### **Propriedades físico-químicas dos cimentos obturadores biocerâmicos: uma revisão integrativa.**

#### *Physicochemical properties of bioceramic sealers: an integrative review.*

Caio Spillere de Oliveira<sup>1</sup>

Beatriz Serrato Coelho Rossetto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aluno do curso de Odontologia, Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, Palhoça, Santa Catarina, Brasil.

<sup>2</sup> Doutora em Endodontia, Professora de Odontologia na Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL.

Endereço de Correspondência:

Avenida Pedra Branca, 25

Cidade Universitária, Pedra Branca

CEP 88137-272, Palhoça, SC

Email: caiospillere@hotmail.com

#### RESUMO

**Introdução:** O tratamento endodôntico visa selar o canal em todo seu volume e extensão para promover reparo dos tecidos periapicais e evitar reinfecções. Novos cimentos obturadores vêm sendo utilizados na endodontia. Os cimentos biocerâmicos prometem melhores resultados nas propriedades físico-químicas, por conta de sua biocompatibilidade com os tecidos adjacentes, capaz de auxiliar na remineralização de lesões periapicais. **Objetivo:** O presente estudo teve como objetivo analisar diferentes propriedades físico-químicas dos cimentos obturadores biocerâmicos por meio de uma revisão integrativa. **Métodos:** A pesquisa foi feita nas bases de dados do PubMed e Lilacs para análise das propriedades de escoamento, estabilidade dimensional, solubilidade, tempo de trabalho, tempo de presa e radiopacidade, todas de acordo

com as normas preconizadas por ISO 6876/2012 e ANSI/ADA nº 57. **Resultados:** Pode-se observar que os cimentos biocerâmicos quando comparado com os demais materiais obturadores possuem o pH mais alcalino, maior solubilidade, inclusive ultrapassando as normas padrões, porém não interferindo nos resultados de escoamento e estabilidade dimensional, que por sua vez apresentam maior escoamento e são mais estáveis. **Conclusão:** Dentre todas propriedades avaliadas, os cimentos biocerâmicos mostraram-se eficazes para uso na prática clínica.

**Descritores:** propriedades físico-químicas; cimento endodôntico; silicato de cálcio

#### ABSTRACT

**Introduction:** Endodontic treatment aims to seal the canal in all its volume and extension to promote periapical tissue repair and avoid reinfections. New filling cements have been used in endodontics. Bioceramic cements promise better results in terms of physicochemical properties, due to their biocompatibility with adjacent tissues, capable of assisting in the remineralization of periapical lesions. **Objective:** This study aimed to analyze different physicochemical properties of bioceramic filling cements through an integrative review. **Methods:** The research was carried out in the PubMed and Lilacs databases to analyze flow properties, dimensional stability, solubility, working time, setting time and radiopacity, all in accordance with the standards recommended by ISO 6876/2012 and ANSI/ADA nº 57. **Results:** It can be observed that bioceramic cements, when compared to other filling materials, have a more alkaline pH, greater solubility, even exceeding the standard norms, but not interfering in the results of flow and dimensional stability, which in turn present greater flow and are more stable. **Conclusion:** Among all evaluated properties, bioceramic cements proved to be effective for use in clinical practice.

**Keywords:** physicochemical properties; endodontic sealer; calcium silicate

## INTRODUÇÃO

Para que se tenha um tratamento endodôntico satisfatório, todas as etapas devem ser realizadas com excelência.<sup>1</sup> O esvaziamento deve promover a remoção de todo o tecido tóxico-séptico-necrótico presente no canal enquanto a modelagem deve promover a ampliação necessária para que se obtenha a forma apropriada para que ocorra a obturação.<sup>2</sup>

A obturação é a última etapa do tratamento endodôntico e tem como objetivo selar o canal em todo seu volume e extensão, impedindo a reinfecção do canal por bactérias remanescentes e promovendo o reparo dos tecidos periapicais.<sup>3</sup> Para isso, o preenchimento deve ser feito o mais compactado possível, a fim de se obter uma obturação tridimensional, densa e estável.<sup>4</sup> O preenchimento do canal é feito, na grande maioria dos casos, por cones de gutapercha e cimento endodôntico.

A gutapercha individualmente não possui adesão a dentina e tampouco resultado satisfatório na permeabilidade nos túbulos dentinários e no preenchimento de irregularidades do canal por conta de sua consistência. Por essas razões, é indispensável o uso dos cimentos obturadores na obturação dos canais.<sup>5</sup>

Há uma variedade de cimentos obturadores disponíveis no mercado, diversas marcas comerciais e composições, incluindo cimentos à base de ionômero de vidro, óxido de zinco e eugenol, resinas, hidróxido de cálcio, silicone e biocerâmicos.<sup>6</sup> Diversos estudos têm pesquisado a fundo as propriedades de cada composto e sua interação com os tecidos periapicais a fim de evidenciar o cimento mais próximo ao considerado ideal. Um material muito usado na história da endodontia até hoje são os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, o qual tem-se mostrado drasticamente inferior quanto suas propriedades e biocompatibilidade.<sup>7</sup> Tendo em vista o aumento de evidências negativas quanto aos cimentos à base de OZE, o uso dos cimentos à base de resina epóxi, como o AH Plus (Dentsply, Sirona, Charlotte, NC, EUA), cresceu, principalmente por sua popularidade de não escurecer o substrato, permitindo com que o caso finalizado fique mais estético, assim como proporciona boa estabilidade dimensional e baixa solubilidade. Contudo, diversos estudos apontaram a não exibição de propriedades bioativas, fazendo com que não possua nenhum potencial osteogênico necessário para remineralização, a qual é fundamental em inúmeros tratamentos.<sup>8</sup> A busca incessante por um produto que se nivele ao cimento ideal fez com que recentemente fosse introduzido no mercado os materiais biocerâmicos, produtos que prometem se equiparar ao

esperado dos cimentos obturadores considerados ideais e são geralmente compostos por silicato de cálcio e/ou fosfato de cálcio.<sup>6 3</sup>

Os cimentos biocerâmicos são considerados novos na endodontia e começaram a ser usados nos últimos anos.<sup>9</sup> Sua classificação depende da interação com o tecido ao seu redor, podendo ser ativos ou inertes. Podem ainda ser subdivididos de acordo com sua estabilidade.<sup>10 11</sup> Os cimentos biocerâmicos ganharam popularidade por suas excelentes propriedades biológicas, possuindo alta capacidade de formar hidroxiapatita na superfície de contato com os fluidos teciduais.<sup>12</sup> Já as propriedades físico-químicas vêm sendo avaliadas nos estudos recentes, e são fatores determinantes para o sucesso da obturação. Dentre elas, temos o escoamento, estabilidade dimensional, radiopacidade, solubilidade, viscosidade, tempo de trabalho e de presa.

Em virtude deste material ser tão recente, muitos clínicos desconhecem suas propriedades físico-químicas, por esta razão o objetivo do presente estudo é pontuar a singularidade de cada uma delas.

## MÉTODOS

### **Tipo de estudo**

Foi realizada uma revisão integrativa de literatura sobre as propriedades físico-químicas dos cimentos obturadores biocerâmicos, buscando apresentar resultados de estudos publicados sobre o comportamento das propriedades destes cimentos tendo como referência o “cimento ideal”.

### **Base de dados**

A busca dos artigos foi realizada nas bases científicas Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (Lilacs) e SciVerse Scopus e National Library of Medicine (Pubmed). Todas as buscas foram conduzidas até março de 2023.

## Estratégia de busca

Foi utilizado os descritores em ciências da saúde (DeCs) para buscar os artigos nas bases de dados. Os DeCs utilizados foram physicochemical properties, endodontic sealer e calcium silicate.

**Quadro I.** Fontes bibliográficas incluídas na revisão, descritores e termos controlados e número de artigos encontrados.

Base de dados	Chave de busca
PubMed	((physicochemical properties) AND (endodontic sealer)) AND (calcium silicate)
Lilacs	((physicochemical properties) AND (endodontic sealer)) AND (calcium silicate)

## Critério de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão foram artigos com pesquisas clínicas ou laboratoriais dos últimos 15 anos utilizando cimentos obturadores biocerâmicos. Os critérios de exclusão foram artigos de relato de caso, documentos, TCC, teses, dissertações, artigos de opinião e trabalhos que não utilizaram cimentos biocerâmicos ou avaliaram suas propriedades físico-químicas.

## Seleção de artigos

Os estudos selecionados foram representados através de um fluxograma de acordo com seu processo de seleção (Figura 1), a qual demonstrou toda metodologia utilizada e ao final, a identificação dos artigos de acordo com os critérios de elegibilidade definidos. Todo o processo foi realizado em três fases. Na primeira fase, a seleção foi realizada através da exclusão por tipo de estudos, na segunda fase foram selecionados através de seus títulos e resumos. Por fim, os

estudos foram lidos por completo e os artigos que contemplaram os critérios de inclusão foram selecionados.

### **Avaliação dos artigos**

Após a leitura das pesquisas selecionadas, duas tabelas descritivas com os artigos foram elaboradas. A primeira especificando título dos estudos, o periódico nos quais foram publicados, autores, ano de publicação, país e idioma (Quadro II). A segunda tabela descritiva especificou o objetivo dos estudos, as amostras utilizadas, tipo de estudo, os cimentos comparados e os resultados obtidos (Quadro III).

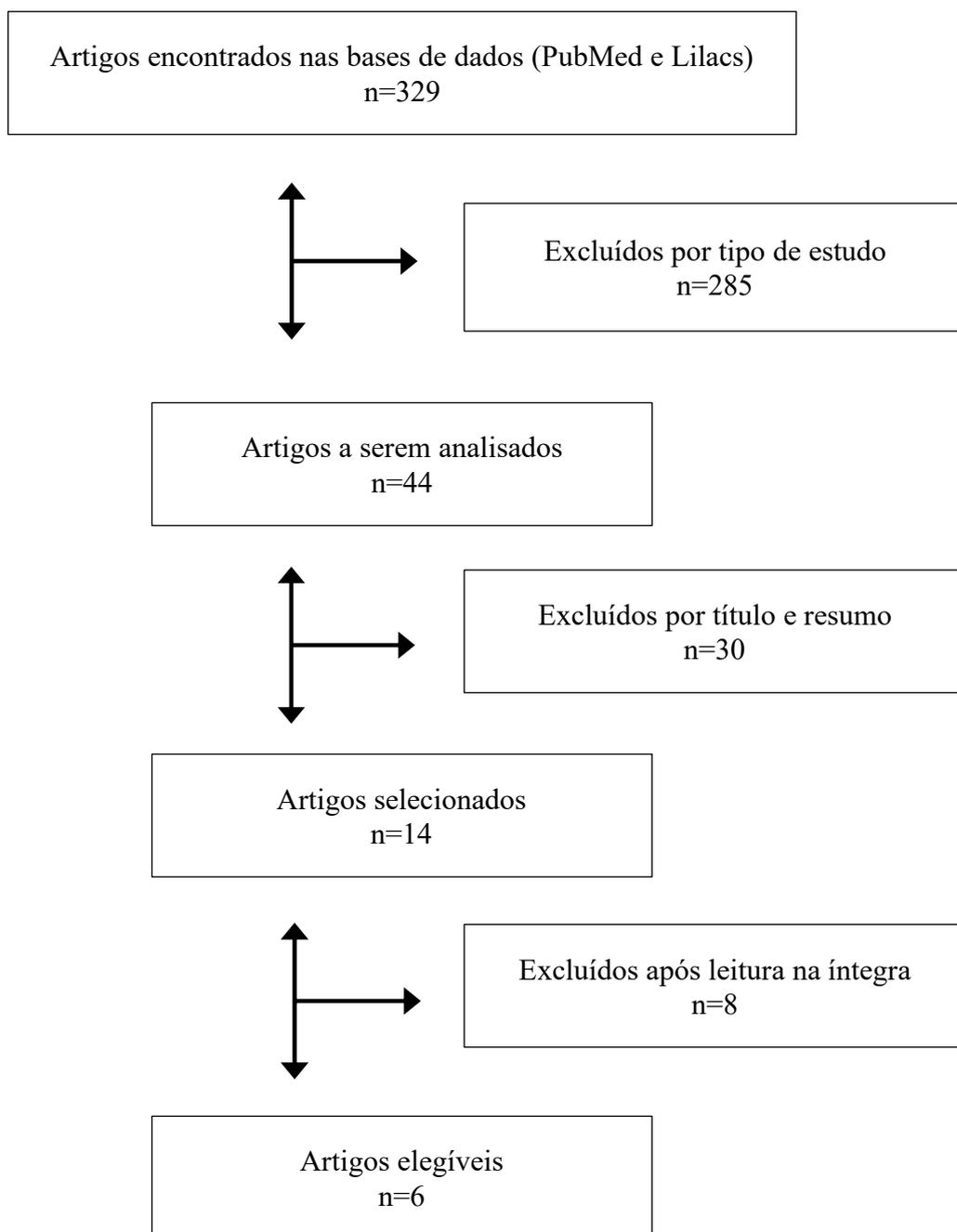


Figura 1. Fluxograma da revisão integrativa

## RESULTADOS

Um total de 329 artigos foram encontrados diante as pesquisas de seleção que foram realizadas, e destes, apenas 6 estavam de acordo com os critérios de elegibilidade estabelecidos para compor este estudo de revisão integrativa (Figura 1).

Nos quadros II e III é possível observar a síntese dos artigos enfatizando informações presentes nos estudos sobre a temática. Todos os artigos que compõem essa revisão integrativa, usaram o inglês como idioma para a escrita, sendo 66,6% dos artigos publicados em revistas estadunidenses.<sup>13 6 14 15</sup> Os demais 33,3% dos artigos foram publicados em diferentes países, como Mendes et al. publicado na Brazilian Dental Journal, no Brasil, e Govindarajan et al. publicado na The Journal of Contemporary Dental Practice, na Índia.<sup>16 17</sup> As publicações foram realizadas em revistas com fator de impacto variando entre 1.01 a 4.21, sendo o Journal of Endodontics o de maior fator de impacto. Quanto ao ano de publicação, 66,6% dos estudos foram publicados entre 2013 a 2023, outros 33,3% foram publicados no ano de 2011.

Dentre os artigos selecionados, 50% utilizaram as normas ISO como método de análise, dentre estes, 66,6% utilizaram também as normas ANSI/ADA.<sup>16 13 6</sup> No delineamento, os estudos foram 100% do tipo experimental *in vitro*, sendo variáveis as amostras coletadas em cada estudo, apenas 33,3% dos artigos selecionados utilizaram dentes recém extraídos para realizar a pesquisa, os outros 66,6% utilizaram amostras do próprio cimento avaliado para a obtenção dos resultados

Quanto às propriedades avaliadas, 50% dos artigos avaliaram que o pH dos cimentos biocerâmicos são alcalinos, 33,3% apresentaram menores índices de escoamento quando comparados com outros cimentos obturadores, 33,3% pontuaram menor tempo de presa em cimentos biocerâmicos. Quanto à solubilidade, 50% dos artigos avaliaram maior taxa quando comparados a outros cimentos, dentre estes, 66,6% pontuaram índice maior que o permitido pela norma ISO, mas não comprometeu em sua resistência ou alteração dimensional.

**Quadro II.** Descrição das características bibliométricas dos estudos avaliados (n=6)

<b>Nº</b>	<b>Título do artigo</b>	<b>Periódico</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>País</b>	<b>Idioma</b>
<b>1</b>	Evaluation of physicochemical properties of new calcium silicate-Based sealer	Brazilian Dental Journal	Mendes et al.	2018	Brasil	Inglês
<b>2</b>	Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate-based Sealer, Bio-C Sealer	Journal of Endodontics	Zordan et al.	2019	Brasil	Inglês
<b>3</b>	Physical properties of 5 root canal sealers	Journal of Endodontics	Zhou et al.	2013	China	Inglês
<b>4</b>	Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer	Journal of Endodontics	Loushine et al.	2011	Estados Unidos	Inglês
<b>5</b>	Comparative Assessment of Novel Collagen Cross-linking Agents on Push-out Bond Strength of Two Different Sealers: An In Vitro Study	The Journal of Contemporary Dental Practice	Govindarajan et al.	2022	India	Inglês
<b>6</b>	A comparative evaluation of the sealing ability of 2 root-end filling materials: an in vitro leakage study using Enterococcus faecalis	Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod	Nair et al.	2011	Estados Unidos	Inglês

**Quadro III.** Características metodológicas dos artigos selecionados. (n=6)

Nº	Objetivo do estudo	Amostra	Tipo de estudo	Cimentos avaliados	Método de análise	Resultados
1	Comparar as propriedades físico-químicas de diferentes cimentos obturadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tempo de presa: n=3</li> <li>- pH: n=5</li> <li>- Escoamento: n=5</li> <li>- Radiopacidade: n=3</li> <li>- Solubilidade: n=3</li> </ul>	<i>In vitro</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sealer Plus BC, MK Life</li> <li>- AH Plus, Dentsply</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ISO 6876/2012</li> <li>- ANSI/ADA n.57</li> </ul>	Sealer Plus Bc apresentou maior pH e menor tempo de presa, escoamento e radiopacidade comparado com o AH Plus. Também apresentou maior solubilidade do que a recomendada pela norma ISO 6876/2012
2	Avaliar as propriedades físico-químicas do cimento Bio-C Sealer em comparação com outros cimentos obturadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tempo de presa: n=6</li> <li>- Escoamento: n=10</li> <li>- Radiopacidade: n=6</li> <li>- pH: n=10</li> <li>- Solubilidade: n=6</li> <li>- Estabilidade dimensional: n=6</li> </ul>	<i>In vitro</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bio-C Sealer, Angelus</li> <li>- TotalFill BC Sealer, FKG</li> <li>- AH Plus, Dentsply</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ISO 6876/2012</li> <li>- ANSI/ADA n.57</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bio-C Sealer apresentou menor tempo de presa e maior escoamento e solubilidade.</li> <li>- AH Plus apresentou o menor escoamento, solubilidade e alteração dimensional e apresentou a maior radiopacidade.</li> <li>- Bio-C Sealer e TotalFill apresentaram alterações dimensionais similares.</li> <li>- TotalFill apresentou o maior pH.</li> </ul>

						- Por mais que o Bio-C Sealer não tenha seguido as normas para solubilidade, apresentou baixa alteração dimensional
<b>3</b>	Comparar as propriedades físico-químicas de diferentes cimentos endodônticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escoamento: n=5</li> <li>- Viscosidade: n=5</li> <li>- Tempo de trabalho: n=3</li> <li>- Tempo de presa: n=3</li> <li>- Solubilidade: n=6</li> <li>- Estabilidade dimensional: n=5</li> <li>- pH: n=5</li> </ul>	<i>In vitro</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MTA Fillapex, Angelus</li> <li>- EndoSequence BC Sealer, Brasseler</li> <li>- AH Plus, Dentsply</li> <li>- ThermaSeal, Dentsply</li> <li>- Pulp Canal Sealer, Kerr</li> </ul>	- ISO 6876/2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MTA Fillapex apresentou maior viscosidade do que o Endosequence BC, ambos apresentaram pH alcalino.</li> <li>- Endosequence BC apresentou a maior solubilidade, ficando de acordo com as normas ISO 6876/2001 e apresentou alteração dimensional aceitável.</li> <li>- A viscosidade dos cimentos testados aumentou com a diminuição das taxas de injeção.</li> </ul>
<b>4</b>	Comparar o tempo de presa e dureza de cimentos obturadores	30 amostras entre 10 grupos (n=3)	<i>In vitro</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EndoSequence BC Sealer, Brasseler</li> <li>- AH Plus, Dentsply</li> <li>- Pulp Canal Sealer, Kerr</li> </ul>	- ASTM Standard C266-07	EndoSequence BC Sealer armazenado em umidade relativa a 100% atingiu a presa inicial em 72h e a presa final em 240h, a umidade afetou também a dureza do material

5	Avaliar a resistência e escoamento de cimentos obturadores após a aplicação de agentes colágenos	50 pré-molares inferiores em 5 grupos (n=10)	<i>In vitro</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bio-C Sealer, Angelus</li> <li>- Cimento resinoso, Sun Medical</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SPSS 16 (SPSS, Inc., Chicago, IL)</li> <li>- Kolmogorov-Smirnov</li> <li>- Kruskal-Wallis</li> <li>- Correção de Bonferroni</li> </ul>	Nos testes de resistência aplicados na região apical, média e cervical do canal radicular, os maiores resultados obtidos foram do grupo que fez uso do Bio-C Sealer. Em relação ao escoamento, o cimento à base de resina apresentou maior percentual de penetração nos túbulos dentinários tanto na porção cervical quanto na porção média do canal radicular
6	Comparar a capacidade de selamento de cimentos obturadores	40 dentes, 30 em dois grupos (n=15) e 10 para grupo controle (n=10)	<i>In vitro</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EndoSequence BC Sealer, Brasseler</li> <li>- ProRoot MTA, Dentsply</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SPSS 16 (SPSS, Inc., Chicago, IL)</li> <li>- Teste de Tukey</li> </ul>	Os grupos não apresentaram diferença significativa na taxa de penetração bacteriana

## DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar as propriedades físico-químicas dos cimentos obturadores biocerâmicos quando comparadas às de outros cimentos obturadores em pesquisas publicadas nos últimos 15 anos. Frente à diferentes artigos, os resultados obtidos através desta revisão integrativa foram de acordo com o esperado, os quais evidenciam grande parte das propriedades dos novos cimentos biocerâmicos superiores quando comparados aos demais cimentos obturadores.

Quando avaliada a solubilidade dos cimentos biocerâmicos observou-se que os mesmos possuem alto índice de solubilidade, inclusive apresentando resultados maiores que os indicados pela norma ISO 6876/2012.<sup>16 13</sup> Essa propriedade é importante pois quanto mais solúvel é o cimento, menor a resistência do material e maior o escoamento, podendo haver extravasamento periapical.<sup>18</sup> Entretanto, os níveis apresentados, mesmo ultrapassando os resultados desejados, não comprometeram na qualidade da obturação e nem em sua resistência final.<sup>16 13</sup>

Na avaliação do escoamento dos cimentos biocerâmicos foi encontrado que há um ótimo resultado de penetração intratubular dentro dos índices propostos pelas normas utilizadas no estudo.<sup>15 17</sup> 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 tratado.<sup>6</sup> A qualidade do material obturador quando se diz respeito a propriedade de escoamento, depende totalmente da viscosidade do material apresentada pela solubilidade do mesmo, contudo, os índices ultrapassados nos estudos referentes a solubilidade não interferiram nos resultados de escoamento dos cimentos apresentados.<sup>16 13</sup>

A estabilidade dimensional é avaliada para determinar o fator de encolhimento ou expansão do material após sua presa final. Esta propriedade é de extrema importância para a qualidade da obturação, pois o material que não atinge a estabilidade desejada poderá formar espaços vazios decorrente de uma contração indesejada após sua presa final decorrente de perda de água para o meio, ficando então propenso a reinfecções.<sup>19 20</sup> 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*.<sup>6</sup>

O tempo de presa diz respeito ao tempo que o material leva desde o início da manipulação até a sua presa final, não podendo variar de 90% do tempo apresentado pelo fabricante do produto.<sup>19</sup> Um cimento com alto tempo de presa pode reduzir a resistência do material por sua baixa viscosidade e também causar citotoxicidade por possíveis extravasamentos para o tecido periapical, enquanto um cimento com baixo tempo de presa irá prejudicar no manuseio do material pois terá o tempo de trabalho também reduzido e diminuir os índices do escoamento ideal desejado, não penetrando em uma totalidade os canais secundários.<sup>14</sup> Os estudos analisados com cimentos biocerâmicos apresentaram o tempo de presa ideal de acordo com os determinados pelo fabricante, atingindo presa final em menor tempo que outros cimentos obturadores analisados, como o AH Plus (Dentsply, Sirona, Charlotte, NC, EUA), cimento a base de resina epóxica considerado padrão ouro dentre os cimentos obturadores comercializados.<sup>6 13 16</sup>

Dentre as propriedades físicas importantes para o sucesso da obturação, temos a radiopacidade, a qual apresentou-se dentro das normas exigidas, porém menor que quando comparada com cimentos a base de resina epóxi, como o cimento AH Plus.<sup>16 13</sup> A propriedade de radiopacidade é importante para a visualização da obturação através de exames de imagem, materiais com muita radiopacidade podem passar a falsa impressão de obturação densa e estável, enquanto os pouco radiopacos dificultam a visualização do material obturador em possíveis casos de extravasamento periapical.<sup>21</sup>

Além da avaliação de propriedades físico-químicas, são necessárias avaliações de propriedade biológicas, como as ações osteoblásticas e osteoclásticas dos cimentos estudados, a fim de analisar a biocompatibilidade do cimento obturador com o tecido humano. A bioatividade dos cimentos foi apresentada no estudo realizado por Giacomino et al., o qual evidenciou maiores taxas de biocompatibilidade dos cimentos biocerâmicos com o tecido periapical do que os demais cimentos estudados.<sup>22</sup>

Contudo, como observado nesta revisão, ainda se encontram poucos estudos sobre as propriedades desses cimentos. Muitas marcas comerciais têm lançado novos cimentos biocerâmicos, e a avaliação de cada um deles é necessária para garantir uma boa qualidade de obturação nos tratamentos endodônticos.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos na presente revisão, os cimentos biocerâmicos apresentam maior escoamento, gerando melhor preenchimento dos túbulos dentinários e selamento apical. Apresentam também menor tempo de presa, facilitando no trabalho com o material utilizado. Quanto a solubilidade, mesmo apresentando-se maior quando comparada aos demais cimentos, inclusive em alguns estudos ainda maior que as determinadas pelas normas padrão, não afetou na estabilidade dimensional e nem na resistência do material. Contudo, os cimentos biocerâmicos estão dentre as melhores escolhas para obturação atualmente, possuem melhores propriedades físico-químicas e melhor biocompatibilidade, ambos capazes de trazer melhores resultados obturadores e maior longevidade ao tratamento.

## REFERÊNCIAS

1. Roberto C, Bueno E, Valentim D, Sanches VA, João M, Gomes-Filho E, et al. Endodontic therapy Biocompatibility and biomineralization assessment of bioceramic-, epoxy-, and calcium hydroxide-based sealers;
2. Schilder H, Hargreaves KM. Filling root canals in three dimensions. *J Endod.* 2006;
3. Al-Haddad A, Che ZA, Aziz A. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. 2016;
4. Lima MEM, Porto P de OB, Santos RA dos. Avaliação de três técnicas de obturação endodôntica. *RGO (Porto Alegre).* 2004;
5. de Deus G, Gurgel Filho ED, Ferreira CM, Coutinho Filho T. Intratubular penetration of root canal sealers. *Pesqui Odontol Bras.* 2002;
6. Zhou HM, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng YF, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod.* 2013 Oct;
7. Kapralos V, Böcker J, Vach K, Altenburger M, Proksch S, Karygianni L. On the biocompatibility of endodontic sealers. *SWISS Dent J SSO.* 132:2022;
8. 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. Vol. 43, *Journal of Endodontics.* Elsevier Inc.; 2017;
9. Hench LL. *Bioceramics: From Concept to Clinic*;
10. Best SM, Porter AE, Thian ES, Huang J. Bioceramics: Past, present and for the future. *J Eur Ceram Soc.* 2008;
11. Saikia KC, Bhattacharya TD, Bhuyan SK, Talukdar DJ, Saikia SP, Jitesh P. Calcium phosphate ceramics as bone graft substitutes in filling bone tumor defects. *Indian J Orthop.* 2008 Apr 1;

12. Lyu WJ, Bai W, Wang XY, Liang YH. Physicochemical properties of a novel bioceramic silicone-based root canal sealer. *J Dent Sci.* 2022 Apr 1;
13. 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;
14. Loushine BA, Bryan TE, Looney SW, Gillen BM, Loushine RJ, Weller RN, et al. Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Endod.* 2011 May;
15. Nair U, Ghattas S, Saber M, Natera M, Walker C, Pileggi R. A comparative evaluation of the sealing ability of 2 root-end filling materials: an in vitro leakage study using *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011 Aug;
16. Mendes AT, da Silva PB, Só BB, Hashizume LN, Vivan RR, da Rosa RA, et al. Evaluation of Physicochemical Properties of New Calcium Silicate-Based Sealer. *Braz Dent J.* 2018 Nov 1;
17. Govindarajan J, Hemasathya BA, Reddy BN, Nathan S, Sankar S, Subramani SK. Comparative Assessment of Novel Collagen Cross-linking Agents on Push-out Bond Strength of Two Different Sealers: An In Vitro Study. *J Contemp Dent Pract.* 2022;
18. Donnermeyer D, Bürklein S, Dammaschke T, Schäfer E. Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. *Odontology.* 2019 Oct 1;
19. ANSI/ADA specification no. 57 for endodontic filling materials. *J Am Dent Assoc.* 1984 Jan;
20. Carvalho-Junior JR, Correr-Sobrinho L, Correr AB, Sinhoreti MAC, Consani S, Sousa-Neto MD. Solubility and Dimensional Change after Setting of Root Canal Sealers: A Proposal for Smaller Dimensions of Test Samples. *J Endod.* 2007 Sep;
21. ORSTAVIK D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and

- clinical testing. *Endod Top.* 2005 Nov;
22. Giacomino CM, Wealleans JA, Kuhn N, Diogenes A. Comparative Biocompatibility and Osteogenic Potential of Two Bioceramic Sealers. *J Endod.* 2019 Jan 1;

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar as diversas propriedades físico-químicas de um cimento obturador biocerâmico através de uma revisão integrativa, onde os estudos selecionados passaram por um processo seletivo de acordo com critérios de inclusão e exclusão, resultando em 6 artigos utilizados para a análise.

Dentre os artigos analisados, os cimentos biocerâmicos apresentaram melhores propriedades físico-químicas e biocompatíveis quando comparados com outros cimentos obturadores, como a base de resina epóxica. Dois estudos apontaram que a solubilidade apresentada por um cimento obturador biocerâmico ultrapassou a determinada pela norma padrão, porém tais resultados não comprometeram nos resultados de estabilidade dimensional e nem a resistência do material, que por sua vez apresentaram-se superiores aos outros cimentos obturadores estudados.

Contudo, os cimentos biocerâmicos atualmente são os mais indicados para obturações, são capazes de melhor preenchimento dos canais secundários e selamento apical, possuem tempo de trabalho e presa ótimos e resistência superior, além de serem biocompatíveis com os tecidos adjacentes e favorecerem no processo de remineralização óssea em casos de lesões periapicais, trazendo melhores resultados ao tratamento e maior longevidade à obturação.

#### 4 REFERÊNCIAS

1. American Association of Endodontists. Glossary of Endodontic Terms 2016. Gloss Endod Terms. 2015;
2. Lima MEM, Porto P de OB, Santos RA dos. Avaliação de três técnicas de obturação endodôntica. RGO (Porto Alegre). 2004;
3. Schilder H, Hargreaves KM. Filling root canals in three dimensions. J Endod. 2006;
4. Best SM, Porter AE, Thian ES, Huang J. Bioceramics: Past, present and for the future. J Eur Ceram Soc. 2008;
5. Grecca FS, Santos RB dos. Obturação endodôntica. 2020;
6. Shenoy A, Shenoy N. Dental ceramics: An update. J Conserv Dent. 2010;
7. de Deus G, Gurgel Filho ED, Ferreira CM, Coutinho Filho T. Intratubular penetration of root canal sealers. Pesqui Odontol Bras. 2002;
8. Mendes AT, da Silva PB, Só BB, Hashizume LN, Vivan RR, da Rosa RA, et al. Evaluation of physicochemical properties of new calcium silicate-Based sealer. Braz Dent J. 2018 Nov 1;
9. Raghavendra SS, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia P. Bioceramics in endodontics – a review. J Istanbul Univ Fac Dent. 2017 Nov 17;
10. 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;
11. Zhou HM, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng YF, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. J Endod. 2013 Oct;
12. Kazemi RB, Safavi KE, Spångberg LSW. Dimensional changes of endodontic sealers. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol. 1993;

13. 6876:2012 I. International Organization for Standardization. Dental root canal sealing materials. In International Standard ISO 6876:2012. ISO Geneva, Switz. 2012;
14. American National Standards/American Dental Association. Specification no. 57 for Endodontic Sealing Materials. Chicago, IL: American National Standards/American Dental Association; 2000;
15. Carvalho-Junior JR, Correr-Sobrinho L, Correr AB, Sinhoreti MAC, Consani S, Sousa-Neto MD. Solubility and Dimensional Change after Setting of Root Canal Sealers: A Proposal for Smaller Dimensions of Test Samples. *J Endod.* 2007 Sep;
16. Donnermeyer D, Bürklein S, Dammaschke T, Schäfer E. Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. *Odontology.* 2019 Oct 1;
17. Loushine BA, Bryan TE, Looney SW, Gillen BM, Loushine RJ, Weller RN, et al. Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Endod.* 2011 May;
18. ORSTAVIK D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endod Top.* 2005 Nov;