

FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA DE MOSSORÓ
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

ANDRÉ RICARDO DE AMORIM

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS PROPRIEDADES DOS CIMENTOS
BIOCERÂMICOS EM RELAÇÃO AOS CIMENTOS A BASE DE RESINA EPÓXI:
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

MOSSORÓ/RN

2021

ANDRÉ RICARDO DE AMORIM

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS PROPRIEDADES DOS CIMENTOS
BIOCERÂMICOS EM RELAÇÃO AOS CIMENTOS A BASE DE RESINA EPÓXI:
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Monografia apresentada à Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró – FACENE/RN – como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Odontologia.

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Carlos da Silveira Pereira

MOSSORÓ/RN

2021

Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró/RN – FACENE/RN.
Catalogação da Publicação na Fonte. FACENE/RN – Biblioteca Sant'Ana.

A524a Amorim, André Ricardo de.

Análise comparativa das propriedades dos cimentos biocerâmicos em relação aos cimentos à base de resina epóxi: uma revisão integrativa / André Ricardo de Amorim. – Mossoró, 2021.

30 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos da Silveira Pereira.
Monografia (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró.

1. Endodontia. 2. Cimento endodôntico. 3. Obturação endodôntica. I. Pereira, José Carlos da Silveira. II. Título.

CDU 616.314

ANDRÉ RICARDO DE AMORIM

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS PROPRIEDADES DOS CIMENTOS
BIOCERÂMICOS EM RELAÇÃO AOS CIMENTOS A BASE DE RESINA EPÓXI:
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Monografia apresentada à Faculdade Nova Esperança de Mossoró – FACENE/RN – como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Odontologia.

Aprovado em 02 /12 / 2021.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. José Carlos da Silveira Pereira, FACENE/RN

Profa. Ma. Andrea Fagundes Vaz dos Santos, FACENE/RN

Profa. Esp. Raquel Lopes Cavalcanti, FACENE/RN

RESUMO

A obturação é a última etapa do tratamento endodôntico, que utiliza materiais em estado sólido (guta-percha) e plástico (cimento endodôntico) com o objetivo de promover um adequado selamento do sistema de canais radiculares. O cimento endodôntico é responsável pelo preenchimento dos espaços entre o cone de gutapercha e as paredes dentinárias, tendo em vista que não há adesividade entre estes. Dentre os principais cimentos endodônticos disponíveis no mercado, destaca-se os cimentos de hidróxido de cálcio, os cimentos à base de resina epóxi e os cimentos biocerâmicos. Atualmente o cimento à base de resina epóxi é considerado o cimento endodôntico padrão ouro, servindo de referência em termos de comparativo. Contudo o cimento biocerâmico vem se destacando com um grande potencial de se tornar uma referência em excelência no tratamento endodôntico. Assim, este estudo qualitativo com análise bibliográfica teve como objetivo analisar as propriedades dos cimentos biocerâmicos utilizados na obturação do canal radicular através da busca e sistematização de referências publicadas no período de setembro de 2011 a setembro de 2021. Para isso, foi utilizado como banco de dados o BVS, Pubmed e ScienceDirect, sendo possível a localização de 259 artigos que após critérios de inclusão e exclusão, apenas 12 foram utilizados para integrar a presente pesquisa. Conclui-se que os cimentos a base de resina epóxi são considerados o padrão ouro na obturação do canal radicular, no entanto os cimentos biocerâmicos tem se mostrado promissor, sendo necessário novos estudos para elucidar sua característica hidrofílica e sua capacidade de expansão ao tomar presa dentro dos túbulos dentinários, característica que tem sido difícil de reproduzir com testes *in vitro*.

Palavras-chave: Endodontia. Cimento endodôntico. Obturação endodôntica.

ABSTRACT

The filling is the last stage of the endodontic treatment, which uses solid-state materials (gutta-percha) and plastic (endodontic cement) in order to promote an adequate sealing of the root canal system. The endodontic cement is responsible for filling the spaces between the gutta-percha cone and the dentin walls, considering that there is no adhesiveness between them. Among the main endodontic cements available on the market, calcium hydroxide cements, epoxy resin cements and bioceramic cements stand out. Currently, epoxy resin-based cement is considered the gold standard endodontic cement, serving as a benchmark in terms of comparison. However, bioceramic cement has been standing out with great potential to become a reference in excellence in endodontic treatment. Thus, this qualitative study with bibliographic analysis aimed to analyze the properties of bioceramic cements used in root canal filling through the search and systematization of references in the period from September 2011 to September 2021. For this, it was used as a database given the VHL, Pubmed and ScienceDirect, it is possible to locate 259 articles that after inclusion and exclusion criteria, only 12 were used to integrate this research. It is concluded that epoxy resin-based cements are considered the gold standard in root canal filling, however bioceramic cements have shown promise, requiring further studies to elucidate their hydrophilic characteristics and their capacity for expansion to the fixation of the tubules. dentin, a characteristic that has been difficult to reproduce with in vitro tests.

Keywords: Endodontics. Endodontic sealer. Endodontic filling.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 6 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 8 |
| 2.1. OBTURAÇÃO DO CANAL RADICULAR..... | 8 |
| 2.2. CIMENTO ENDODÔNTICO E SUAS PROPRIEDADES..... | 8 |
| 2.3. PRINCIPAIS CIMENTOS ENDODÔNTICOS | 9 |
| 3. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS | 13 |
| 3.1. TIPO DE PESQUISA..... | 13 |
| 3.2. LOCAL DA PESQUISA | 13 |
| 3.3. CRITÉRIO DE SELEÇÃO DA AMOSTRA..... | 13 |
| 3.4. INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS | 14 |
| 3.5. PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS..... | 14 |
| 3.6. ANÁLISE DE DADOS..... | 14 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 15 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 26 |
| REFERÊNCIAS | 27 |

1. INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico consiste na eliminação dos microrganismos do sistema de condutos infectados ou na diminuição para baixos níveis de patógenos, através de fases de desinfecção com combinação de instrumentação e limpeza química, e na obturação desse sistema de canais com um material inerte, para restabelecer ou manter a saúde dos tecidos perirradiculares (NG et al.).

No tratamento endodôntico, a obturação dos canais radiculares é a última etapa. O material obturador deve ser inerte e biocompatível, preenchendo todo o espaço do canal radicular que foi deixado pelos tecidos pulpare para se atingir um selamento adequado no sentido apical, lateral e coronário (OLIVEIRA et al., 2017).

Com a evolução do conhecimento sobre os microrganismos do interior do canal, é sabido que não é possível a completa eliminação dos mesmos no interior da microanatomia endodôntica, sendo, portanto, essencial que nesta etapa operatória se crie um ambiente que seja desfavorável para o crescimento e desenvolvimento de patógenos (SIMUNDIC et al., 2019).

Assim, o cimento endodôntico tem a função primária de proporcionar o selamento do canal radicular, preenchendo toda a microanatomia e túbulos dentinários inatingíveis, ou seja, todas as áreas onde os instrumentos não conseguem tocar, obtendo um preenchimento completo da cavidade (VIEIRA et al., 2015).

Ao tomar presa os cimentos endodônticos têm pouca ou nenhuma adesão à dentina e são dimensionalmente instáveis quando entram em contato com a umidade, o que pode favorecer sua dissolução ao longo do tempo, por isso, para solucionar estas falhas, alguns materiais têm sido desenvolvidos (HRAB et al., 2017), tais como os cimentos biocerâmicos. Estes materiais foram inseridos na endodontia, principalmente como cimento reparador e obturador (VILAS-BOAS et al., 2018), apresentando excelentes propriedades físico-químicas e biológicas, com bom escoamento, baixa solubilidade, biocompatibilidade e bioatividade (CANDEIRO et al., 2012).

Assim, diversos estudos tem sido realizados a fim de avaliar suas propriedades e compara-las ao cimento a base de resina epóxi, considerado cimento endodôntico padrão ouro.

Diante destes estudos recentes, o objetivo deste trabalho foi comparar as informações contidas na literatura sobre bioatividade, biocompatibilidade e

escoamento dos cimentos biocerâmicos em relação aos cimentos endodônticos à base de resina epóxi por meio de uma revisão integrativa.

A fim de divulgar as características indispensáveis ao uso clínico na rotina do endodontista, possibilitando identificar as vantagens e desvantagens da utilização do cimento endodôntico biocerâmico e possivelmente fornecer informações para que leitores determinem o custo-benefício para sua utilização.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. OBTURAÇÃO DO CANAL RADICULAR

A obturação é a última e uma das mais importantes etapas do tratamento endodôntico, tendo como objetivo principal o selamento da cavidade endodôntica, preenchendo tridimensionalmente o canal do início ao término do ápice radicular, substituindo o que anteriormente era preenchido por tecido pulpar, por um material inerte ou antisséptico (LOPES E SIQUEIRA, 2015).

A obturação ideal depende de dois fatores: técnica e material obturador empregado. As técnicas obturadoras são diversificadas e foram desenvolvidas com o intuito de alcançar melhores resultados para o paciente e proporcionar maior segurança ao profissional (LOPES E SIQUEIRA, 2015). Todas têm como objetivo realizar o melhor selamento nos terços apical, médio e coronário, contudo existem variações anatômicas que dificultam a escolha da melhor técnica, cabendo ao profissional escolher a que melhor se adapta e domina, levando em consideração a responsabilidade de realizar uma boa vedação do sistema de canais (DEZONTINI et al., 2020).

Os materiais obturadores são o cone de guta-percha (material sólido) e o cimento endodôntico (material em estado plástico). O cimento endodôntico é fundamental tendo em vista que o cone de guta-percha não tem adesividade com as paredes dentinárias. Como a guta-percha não possui a capacidade de adesão à dentina radicular, a estratégia mais largamente utilizada é a associação da guta-percha com os cimentos endodônticos para uma eficiente obturação do sistema de canais radiculares (DELONG et al., 2015).

2.2. CIMENTO ENDODÔNTICO E SUAS PROPRIEDADES

O cimento endodôntico é um material em estado plástico que ajuda no selamento do canal radicular, pois tem o objetivo de preencher o espaço entre os cones de guta-percha e entre estes e as paredes dentinárias (DELONG et al., 2015). Para que haja um bom selamento do conduto radicular, é imprescindível que o cimento tenha uma boa capacidade de penetração nos túbulos dentinários. Essa propriedade recebe o nome de escoamento. O escoamento é uma propriedade fundamentalmente

importante em um cimento endodôntico, já que esta propriedade permite ao cimento a sua penetração em irregularidades, istmos e ramificações presentes no sistema de canais radiculares, possibilitando assim uma obturação tridimensional (LOPES E SIQUEIRA, 2015).

Associado a isso, uma adesão adequada do material obturador endodôntico às paredes do canal ainda é hoje um grande desafio para a prática endodôntica, devido à interface que se forma entre o material obturador e a superfície formada por dentina ou superfície, podendo deixar espaço para micro infiltração de patógenos (LOPES E SIQUEIRA, 2015).

A capacidade de um material desempenhar funções específicas quando implantado no tecido vivo é a definição da propriedade biocompatibilidade, considerado um requisito importante para os materiais dentários; pois a citotoxicidade dos materiais pode induzir a irritação ou até mesmo a destruição dos tecidos circundantes (WEST et al., 2011). Em endodontia, a dor pós-operatória reflete a ativação da resposta inflamatória local nos tecidos periapicais, que é conhecido por estar associado à liberação de mediadores bioquímicos, como espécies reativas de oxigênio (OLIVEIRA et al., 2011). Quase todos os cimentos endodônticos apresentam citotoxicidade em sua preparação (fabricação), por isso, tais cimentos ou selantes devem ser testados em condições que revelem seu perfil de segurança em condições clínicas (PARIROKH et al., 2010).

Já a bioatividade consiste na capacidade de interagir com o tecido local, e no caso da interação com o complexo dentina-polpa, formar hidroxiapatita durante o processamento de endurecimento ou da presa, exercendo influência na ligação entre dentina e o material obturador (CANDEIRO, 2012).

2.3. PRINCIPAIS CIMENTOS ENDODÔNTICOS

O selamento do sistema de canais radiculares foi por muitos anos preenchidos com cimentos baseados em óxido de zinco e eugenol, que apresenta como principal desvantagem a toxicidade devido ao composto eugenol da mistura (TORABINEJAD E PARIROKH, 2010).

Outros cimentos endodônticos como os que apresentam a base de hidróxido de cálcio, são caracterizados por apresentar problemas com a solubilidade do material em contato com a umidade do tecido periapical, associado a uma difícil manipulação

por não ter boa viscosidade e por não apresentar adesividade às paredes dentinárias, deixando a possibilidade da formação de espaços (*gaps*) entre o material obturador e a parede dentinária, formando um selamento defeituoso do conduto radicular (HILTON et al., 2013).

Em 1957 surgiram no mercado os cimentos à base de resina epóxi, com características diferenciadas, como adesão à estrutura dentária, longo tempo de trabalho, facilidade de manipulação e bom escoamento (LEAL et al., 1987).

Esses cimentos são caracterizados por alguns de seus representantes pelos nomes comerciais: AH 26, Sealer 26, AH Plus, Epiphany, EndoRez e MetaSeal (LOPES E SIQUEIRA, 2015). O AH Plus (Dentsply Maillefer, Tulsa, OK, EUA) é um cimento endodôntico a base de resina epóxi (Ungor et al., 2006) e tem sido considerado o cimento padrão ouro no preenchimento do sistema de canais radiculares, devido à sua baixa solubilidade, boa estabilidade dimensional, boa adaptação e adesão às paredes dentinárias (PAULA et al., 2016), excelente capacidade de selamento apical (LOPES E SIQUEIRA, 2015), longo histórico de uso, com uma significativa penetração nos túbulos dentinários e por não conter eugenol (ZMENER et al., 1999). Segundo o fabricante, o AH Plus é um material selador de canais radiculares composto de duas pastas, baseado em resinas epoxiaminas, que possui propriedade de selamento de longa duração, excelente estabilidade dimensional, propriedades auto-adesivas e radiopacidade elevada.

No entanto, os cimentos à base de resina epóxi podem induzir uma reação inflamatória suave em tecidos circundantes, bem como citotoxicidade, com uma ligeira capacidade mutagênica (SENNE et al., 2009).

Em 1995, na Califórnia, EUA, foi desenvolvido o MTA (*Mineral Trioxide Aggregate*), com características físicas e químicas que lhe conferiram versatilidade na endodontia. Empregado na reparação de perfuração radicular, reabsorção interna, pulpotomia, capeamento pulpar e também como material retro obturador (TORABINEJAD E PARIROKH, 2010).

Uma grande quantidade de estudos científicos atesta a eficácia do MTA, que possui capacidade de vedação, alcalinidade e biocompatibilidade que o torna altamente compatível com o corpo humano. Contudo, apesar de tantas vantagens, o MTA possui limitações que o impediu de ser usado como cimento obturador, tais como: elevado custo; descoloração dentinária; tempo prolongado para tomar presa;

necessidade de solvente específico quando necessária remoção, e, principalmente, a dificuldade de manipulação (TORABINEJAD E PARIROKH, 2010).

Na odontologia os materiais biocerâmicos se apresentam como cimento reparador e cimento obturador (TEIXEIRA et al., 2008). Segundo os fabricantes, possuem excelente biocompatibilidade, não sofrem contração volumétrica, não são tóxicos e são estáveis quimicamente em ambientes biológicos, tendo como sua principal característica a bioatividade. Estes cimentos formam hidroxiapatita ao tomar presa, exercendo assim influência na ligação entre o material obturador e a dentina (DEZONTINI et al., 2020).

Existe uma grande variedade de cimentos biocerâmicos usados como cimento reparador, tais como: o Endosequence BC Root Repair Material Fast Set Putty (Brasseler, Savannah, GA, EUA); ProRoot MTA (Denstply/Maillefer, Ballaigues, Suíça); MTA Angelus (Angelus, Londrina, PR, Brasil); MTA REPAIR HP (Ângelus, Londrina, Brasil); e BioAggregate (Innovative BioCeramix Inc, Vancouver, BC, Canadá).

De acordo com a indicação esses cimentos se encontram mais frequentemente em selamento de perfurações endodônticas infra-ósseas, cirurgias parendodônticas, reabsorções radiculares, retro-obturações, capeamento pulpar, material para tampão apical e proteção do coágulo em tratamentos de revascularização (TORABINEJAD E PARIROKH, 2010).

Já os cimentos biocerâmicos desenvolvidos para obturação endodôntica, possuem em sua composição o silicato de cálcio, fosfato de cálcio e óxido de zircônio como radiopacificador. O Biodentine, Endosequence BC Sealer, iRoot SP, MK Life e Bio-C Fillapex são as apresentações comerciais mais empregadas na obturação do sistema de canais radiculares (CAVALLINI, 2016).

Entre as características mais relevantes para a Endodontia, estão: a biocompatibilidade, o alto pH, facilidade em manipulação, alto escoamento e selamento; além da bioatividade (CANDEIRO et al., 2012). Associado a isso, também deve-se citar a capacidade de penetração nos túbulos dentinários, a interação com a umidade dentinária, que possibilita o cimento ao tomar presa expandir e manter uma excelente estabilidade dimensional, conferindo a este, uma boa capacidade de selamento (CAVALLINI, 2016).

Uma outra vantagem do cimento biocerâmico na obturação é a sua forma de aplicação, caracterizada pela utilização de uma seringa pré-misturada, não havendo

a necessidade de manipulação do cimento através de espatulação, eliminando um problema frequente que é a mistura não homogênea e material insuficiente, elevando o nível da qualidade do tratamento (SIMUNDIC et al., 2019).

Apesar das excelentes propriedades biológicas supracitadas, uma das principais desvantagens dos cimentos biocerâmicos, é a dificuldade de removê-los do sistema de canais radiculares quando o dente necessita de retratamento endodôntico. Uma hipótese provável é de que devido ao potencial de aderência dos cimentos biocerâmicos às paredes dentinárias, torna mais difícil a remoção completa, podendo resultar em insucesso na hipótese de um possível retratamento (OLTRA et al., 2017).

Através da literatura observa-se que os cimentos biocerâmicos empregados na obturação apresentam boas propriedades, contudo sugere-se que para fomentar seu emprego clínico, são necessários mais estudos clínicos com metodologias acuradas, que forneçam mais dados confiáveis sobre o comportamento clínico destes materiais (CAVALLINI, 2016). Assim como também organizar e analisar a produção bibliográfica sobre esse tópico tão controverso.

3. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

3.1. TIPO DE PESQUISA

A presente pesquisa de revisão integrativa foi realizada com base na coleta e análise dos dados de artigos científicos para sua elaboração, utilizando a estratégia PICO (ARAÚJO, 2020), considerando obturação de canais radiculares (P = população, paciente, problema), avaliados quanto ao uso de cimentos endodônticos biocerâmicos (I = intervenção, interesse, indicação) e comparados com o uso dos cimentos a base de resina epóxi (C = comparação de intervenções ou controle), para que pudesse ser verificada a possibilidade de vantagens ou desvantagens referente às propriedades bioatividade, biocompatibilidade e escoamento.

3.2. LOCAL DA PESQUISA

Para a realização desta revisão de literatura foram realizadas pesquisas nos seguintes mecanismos de busca: BVS (<https://bvsalud.org/>), PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) e ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>).

3.3. CRITÉRIO DE SELEÇÃO DA AMOSTRA

As amostras utilizadas foram artigos da língua portuguesa e inglesa, publicados entre os anos de setembro de 2011 a setembro de 2021 relacionados com o tema estudado neste trabalho. Todos os estudos selecionados para inclusão na revisão apresentaram as seguintes características: artigo completo disponível publicado em periódico revisado por pares; ser publicado em português e/ou inglês; ter o experimento comparativo entre os cimentos biocerâmicos e os cimentos a base de resina epóxi; que apresentasse pelo menos umas das características objeto do estudo (biocompatibilidade, bioatividade e escoamento); estudos *in vitro*; e estudos clínicos.

Portanto, os critérios de exclusão foram estudos publicados na forma de resumos ou revisões, publicações em literatura cinzenta, texto completo não encontrado, artigos que tratem de retro-obturações.

3.4. INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Os artigos foram selecionados por meio dos critérios de inclusão de acordo com análise do *string* de busca do título e resumo. Para uma pesquisa ampla, os descritores livres e oficiais pela Decs/MeSS (<https://decs.levrallud.org/>) referidos na tabela 1 foram aplicados em combinação de um descritor por categoria em português ou inglês associados aos operadores booleanos “AND” e “OR”, assim o *string* de busca conterá os descritores dispostos com as categorias da seguinte forma em português: “obturação do canal radicular” AND “cimento biocerâmico” OR “cimento   base de resina epóxi”; e em inglês: “root canal obturation” AND “bioceramic sealer” OR “epoxy sealer”.

3.5. PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS

Todos os estudos selecionados para inclusão na revisão apresentaram as seguintes características: artigo completo disponível publicado em periódico revisado por pares; ser publicado em português ou inglês; ter o experimento comparativo entre os cimentos biocerâmicos e os cimentos a base de resina epóxi, descreva pelo menos umas das características objeto do estudo (biocompatibilidade, bioatividade e escoamento).

3.6. ANÁLISE DE DADOS

Foram eliminadas as duplicatas (redundâncias) de artigos e posteriormente realizada uma leitura analítica com a finalidade de ordenar as informa es contidas nas fontes, de forma que estas possibilitem a obten o de respostas ao problema da pesquisa. As principais informa es dos estudos foram resumidas em um quadro temático, contendo as propriedades: bioatividade; biocompatibilidade e escoamento. A triagem inicial foi realizada na plataforma Rayyan (<https://rayyan.ai/>) pelo autor e orientador com base no título e padrão de resumo compatível com os critérios definidos. Artigos potencialmente elegíveis foram incorporados com base na concordância entre os dois avaliadores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante o acesso as bases de dados foram encontradas 259 artigos quando utilizados os descritores em inglês e português. Nesse estudo foram verificadas as bases de dados: BVS, PubMed e ScienceDirect. Foram eliminadas as duplicatas (redundâncias) de artigos e obtido 246 artigos para ser realizado a leitura de título e resumos. A análise para seleção final feita, pelo autor e orientador, obedecendo aos critérios de inclusão e exclusão, obteve um total de 12 artigos para construção do trabalho, sendo possível a identificação que as demais obras não seguiam a temática do trabalho.

Posteriormente realizada uma leitura analítica com a finalidade de ordenar as informações contidas nas fontes, de forma que estas possibilitem a obtenção de respostas ao problema da pesquisa. Doze artigos foram analisados nesta revisão, 11 foram estudos *in vitro* e 1 ensaio clínico randomizado. 11 artigos em inglês e 1 em português. As principais informações dos estudos foram resumidas em um quadro temático que reúne os trabalhos que aplicaram análises comparativas entre os cimentos biocerâmicos e os cimentos à base de resina epóxi (Quadro 1).

Quadro 1 – Identificação dos estudos.

| Nº | Estudo | Título | Objetivos | Base de Dados |
|----|------------------------|---|--|---------------|
| 1 | Ribeiras et al., 2015 | Estudo comparativo da adaptação marginal de 2 cimentos endodônticos | Comparação da adaptação marginal da obturação com técnica de cone único, utilizando 2 cimentos endodônticos (AH Plus e EndoSequence BC Sealer) e 2 tipos de cones de guta-percha (Protaper F4 e EndoSequence BC Points). | SCIENCEDIRECT |
| 2 | Ahuja et al., 2016 | A comparative evaluation of sealing ability of new mta based sealers with conventional resin based sealer: isso in-vitro study | Avaliar e comparar a microinfiltração apical de um cimento resinoso; Adseal com selantes à base de agregado de trióxido mineral (MTA); Proroot MTA e MTA Fillapex. | BVS |
| 3 | Demiriz et al., 2016 | Evaluation of the dentinal wall adaptation ability of mta fillapex using stereo léctron microscope | O objetivo do estudo foi avaliar a capacidade de adaptação à parede dentinária do cimento endodôntico MTA Fillapex em microscópio eletrônico de estéreo (MEV). | BVS |
| 4 | Carvalho et al., 2017 | Micro push-out bond strength and bioactivity analysis of a bioceramic root canal sealer | Avaliar a bioatividade do BC Sealer e sua resistência de união micro push-out à dentina em comparação com o cimento AH-Plus (AH) | BVS |
| 5 | Patil et al., 2017 | Influence of root canal obturation using gutta-percha with three léctron sealers on root reinforcement of endodontically treated teeth. Isso <i>in vitro</i> comparative study of mandibular incisors | O objetivo deste estudo <i>in vitro</i> foi avaliar a força vertical necessária para fraturar os dentes incisivos inferiores, obturados com guta-percha com três diferentes cimentos. | PUBMED |
| 6 | Graunaite et al., 2018 | Effect of resin-based and bioceramic root canal Sealers on postoperative pain: a split-mouth randomized controlled trial | O objetivo deste estudo foi comparar o efeito dos cimentos endodônticos à base de resina e biocerâmicos na ocorrência e intensidade da dor pós-operatória em pacientes com periodontite apical assintomática (PAA). | SCIENCEDIRECT |

| | | | | |
|----|---|---|--|---------------|
| 7 | Osiri et al., 2018 | Root reinforcement after obturation with calcium silicate–based sealer and modified gutta-percha cone | Avaliar o reforço radicular de um cone / selante biocerâmico (TotalFill; FKG Dentaire ISSO, La Chaux-de-Fonds, Suíça) investigando a resistência à fratura, resistência de união push-out, penetração do selante e módulo de elasticidade (MOE) em comparação com gutta-percha / AH Plus (Dentsply Maillefer, Tulsa, OK) (GP / AH) | SCIENCEDIRECT |
| 8 | Yanpiset et al., 2018 | Bacterial leakage and micro-computed tomography evaluation in round-shaped canals obturated with bioceramic cone and sealer using matched single cone technique | Avaliar a capacidade de selamento de canais radiculares obturados com cone de gutta percha impregnado com biocerâmica (BCC) ou gutta percha (GP), com selante biocerâmico (BCS) ou AH Plus (AH; Dentsply-Maillefer), em canais redondamente preparados usando a técnica do cone único, baseada no teste de infiltração bacteriana | PUBMED |
| 9 | Benezra, Wismayer, Camilleri, 2018 | Interfacial characteristics and cytocompatibility of hydraulic sealer cements | Avaliar a interface cimento-dentina de 3 cimentos endodônticos hidráulicos e avaliar sua citocompatibilidade em comparação com AH Plus (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha). | BVS |
| 10 | Tavares et al., 2020 | Micro-ct evaluation of filling of flattened root canals using a new premixed ready-to-use calcium silicate sealer by singlecone technique | O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade de enchimento de um novo cimento prémisturado à base de silicato de cálcio pronto para uso, em comparação com um cimento à base de resina epóxi pela técnica de cone único em canais radiculares achatados. | BVS |
| 11 | Pinto et al., 2020 | Filling ability and flow of root léct sealers a micro-computed tomographic study | Este estudo avaliou por microtomografia computadorizada (Mct) a capacidade de preencher canais radiculares curvos, além do escoamento dos cimentos AH Plus (AHP) e Neo MTA Plus (NMTAP) utilizando diferentes metodologias. | BVS |
| 12 | Perez-Alfayate et al., 2021 | Root canal filling quality comparison of a premixed calcium silicate endodontic sealer and léctron carrier-based obturation systems | Avaliar a qualidade da obturação do canal radicular em canais curvos obturados com Thermafil, GuttaCore, GuttaFusion e compactação lateral com cimento AH Plus e EndoSequence BC, por meio da porcentagem de área preenchida com gutta-percha e cimento | PUBMED |

Fonte: Elaboração própria (2021).

O cimento endodôntico mais usado como referência para comparação foi o AH Plus (11 registros), cimento à base de resina epóxi, seguido do Adsel com apenas 1 registro. Dentre os cimentos biocerâmicos testados, foram citados o Endosequence BC Sealer como o mais usado (5 registros), seguido do MTA Fillapex (3 registros), Totalfill (3 registros), NeoMTA Plus (1 registro); BioRoot RCS (1 registro), ProRoot MTA (1 registro) e Endoseal (1 registro). Estes cimentos foram organizados em um quadro temático resumindo as principais vantagens e desvantagens abordados nos artigos em que foram citados dentro deste estudo (Quadro 2).

Quadro 2 – Cimentos utilizados e propriedades relatadas nos artigos selecionados.

| Cimento Endodôntico | Identificação | Registros | Propriedades Relatadas | |
|---------------------|--|-----------|--|----------------|
| | | | Vantagens | Desvantagens |
| Resina epóxi | AH Plus (Dentsply Maillefer, Tulsa, OK) | 11 | Adesão química á dentina; Estabilidade dimensional; Escoamento; Preenchimento dos canais; Selamento do canal; Efeito antibacteriano | Citotoxicidade |
| | Adseal (Meta Biomed) | 1 | Selamento apical | Não citado |
| Biocerâmico | Endosequence BC Sealer (Bras-seler USA, Savannah, GA, EUA). | 5 | Efeito antibacteriano; Estabilidade dimensional; Escoamento; Adesão às paredes dentinárias; Selamento do canal; Biocompatível; e bioativo. | Não citado |
| | TotalFill (FKG Dentaire AS, La Chaux-de-Fonds, Suíça) | 3 | Penetração; Escoamento; Adesão química à dentina; Efeito antibacteriano | Citotoxicidade |
| | MTA Fillapex (Angelus, Londrina, PR, Brasil). | 3 | Efeito antibacteriano; Biocompatível; Bioativo; Adesão às paredes dentinárias; Escoamento; Selamento do canal | Não citado |
| | ProRoot MTA (Dentply Maillefer, Ballaigues, Suíça). | 1 | Efeito antibacteriano; Biocompatível; e bioativo | Não citado |
| | Endoseal (Maruchi, Wonju-si, Gangwondo, Coreia do Sul). | 1 | Efeito antibacteriano; Biocompatível | Não citado |
| | BioRoot RCS (Septodont, Saint-Maur-des-Foss-es, França). | 1 | Efeito antibacteriano | Citotoxicidade |
| | NeoMTA Plus (Avalon Biomed Inc. Bradenton, FL, USA) | 1 | Efeito antibacteriano; Biocompatível; Escoamento | Não citado |

Fonte: Elaboração própria (2021).

No estudo de Benezra et al. (2018), o MTA Fillapex e BioRoot RCS exibiram a melhor citocompatibilidade quando comparado ao AH Plus, tanto no teste de contato direto quanto na atividade de fosfatase alcalina. No entanto, o BioRoot RCS ainda demonstrou ser citotóxico.

O AH Plus e o TotalFill apresentam desempenho semelhante quanto à ocorrência e intensidade da dor pós-operatória em dentes com periodontite apical assintomática sem extrusão além do ápice (BENEZRA et al., 2018). Nesse estudo três cimentos biocerâmicos foram investigados, embora os selantes fossem todos à base de cimento de silicato tricálcico, eles exibiram com diversas composições e apresentações: MTA Fillapex à base de cimento Portland; BioRoot RCS à base de silicato tricálcico; e Endoseal à base de silicato de cálcio, o qual tem altos níveis de alumínio, visto como motivo de preocupação pelos pesquisadores, pelo nível de citotoxicidade. Apesar da química semelhante, interessante os selantes exibiram um mecanismo de ligação e propriedades biológicas diferentes, o que dificulta concluir sobre seus efeitos.

As vantagens relatadas por Ahuja et al. (2016) quanto ao MTA Fillapex e Pro root MTA são sua alta biocompatibilidade, pois estimulam a mineralização (o que evidencia um potencial bioativo também), associado a uma maior resistência de união após tomar presa e liberação de cálcio, o que favorece a manutenção de um pH que confere a ele uma propriedade antibacteriana, que também é relatado por Yanpiset et al. (2018), que diz que o cimento biocerâmico TotalFill e AH Plus tiveram forte efeito antibacteriano no período inicial após a obturação. Corroborando com Perez-Alfayate et al. (2021), ao dizer que o uso de cimentos biocerâmicos parece ser promissor em uma situação onde a atividade microbiana prolongada pode ser necessária, pois esses materiais podem levar ao desenvolvimento de um ambiente alcalino por um longo tempo, combatendo bactérias persistentes presentes nos túbulos dentinários ou no lúmen principal. Ainda sobre o estudo de Ahuja et al. (2016), há ressalvas quanto as limitações deste estudo por usar uma amostra pequena.

Segundo Benezra et al. (2018) foi demonstrado que o MTA Fillapex aumenta a fixação e proliferação celular, o que comprova sua bioatividade. Já o Endoseal e o AH Plus não induziram o crescimento celular na superfície do material. O Endosequence BC Sealer apresentou indicações de bioatividade e menor resistência de união à dentina em comparação ao AH Plus, quanto aos menores valores de resistência de

união do cimento biocerâmico, podem ser consequência do uso de EDTA como agente irrigante, bem como, do possível mau processo de hidratação durante o experimento (CARVALHO et al., 2017).

Como o EDTA é um agente quelante e remove o cálcio da dentina, isso pode explicar por que os valores de resistência de união foram menores. De acordo com o fabricante, o processo de presa do cimento biocerâmico depende da presença de umidade nos túbulos dentinários. Em estudo *in vitro* é extremamente difícil ou até impossível prever a quantidade de umidade que simule a situação clínica ideal conforme declarado pelo fabricante, e esta é uma limitação do estudo de Carvalho et al. (2017). Como a bioatividade não é esperada para AH Plus, este estudo explorou a propriedade de bioatividade apenas para o cimento biocerâmico Endosequence BC Sealer. Tavares et al. (2021) também cita o AH Plus como cimento que não possui a propriedade bioatividade.

Pinto et al. (2020) avaliou a porcentagem de preenchimento e vazios utilizando canais mesiais curvos de molares inferiores preenchidos com AH Plus e Neo MTA Plus, onde foi possível certificar semelhante capacidade de escoamento entre ambos. Resultado semelhante foi encontrado por Demiriz et al. (2016) quando detectou que o MTA Fillapex mostrou uma quantidade semelhante de formação de lacunas quando comparado ao AH Plus. De acordo com este resultado, o MTA Fillapex tem uma capacidade de adaptação à parede dentinária semelhante ao AH Plus. Tavares et al. (2021) em seu estudo concluiu que o Bio-C Sealer apresentou capacidade de preenchimento semelhante ao AH Plus quando utilizado para obturação de canais radiculares achatados pela técnica de cone único.

A detecção de vazios é um parâmetro importante para avaliar a qualidade de um sistema de obturação de canal radicular (WOLF et al., 2014), seja relacionado a estabilidade dimensional como sua capacidade de escoamento, o mais importante é manter o adequado selamento hermético (OLIVEIRA et al., 2017). A análise estatística de Demiriz et al. (2016) não mostrou diferença significativa entre o MTA Fillapex e o AH Plus quanto à formação de *gaps*, o que equipara a capacidade seladora de ambos cimentos endodônticos. Contudo, no estudo de Ribeiros et al. (2015), o AH Plus é comparado com o EndoSequence BC Sealer, obtendo como resultado maiores *gaps* gerados nos terços apical, médio e coronário, por parte do cimento AH Plus.

Yanpiset et al. (2018) em seu estudo frisou que o cimento a base de resina epóxi tende a sofrer contração durante a presa, o que pode desintegrar a adaptação

e causar a separação da parede do canal radicular, gerando assim *gaps*, contudo não ficou demonstrado diferença no vazamento bacteriano e na qualidade da obturação tridimensional dos canais dentro de 60 dias após obturação. O sistema usando o biocerâmico Totalfill não foi superior ao cimento à base de resina epóxi em termos de resistência a vazamentos e compactação tridimensional do conduto. Ahuja et al. (2016) concluiu em seu estudo que, na comparação dos experimentos, o cimento Adseal foi melhor que o Proroot MTA e o MTA Fillapex em fornecer o selamento apical.

Quanto ao escoamento, a partir destes estudos é possível constatar que o cimento resinoso AH Plus, amplamente utilizado no mercado, tem esta propriedade igual ou inferior quando comparado aos cimentos biocerâmicos, em especial em relação ao EndoSequence BC Sealer, que se mostra superior ao grupo (RIBEIRAS et al., 2015; DEMIRIZ et al., 2016; YANPISET et al., 2018; PINTO et al., 2020; TAVARES et al., 2021).

Dentre algumas limitações deste estudo, podemos citar o número pequeno de trabalhos realizados em humanos no que concerne ao comparativo destes cimentos, já que os estudos *in vitro* carregam a problemática da falta de umidade nos túbulos dentinários, como fora citado no estudo de Carvalho et al. (2017), que traz como consequência a limitação do processo de presa do cimento biocerâmico.

O ensaio clínico randomizado foi importante para denotar a aplicação clínica da propriedade biocompatibilidade, já que a dor pós-operatória de acordo com Graunaite et al. (2018), reflete a ativação da resposta inflamatória local nos tecidos periapicais, resultado em muitas vezes da citotoxicidade do cimento endodôntico. Contudo, o estudo leva em consideração apenas os casos onde não houve extrusão do cimento além do ápice, que é o lugar onde deveria ser testado a citotoxicidade do material.

Os principais resultados dos estudos citados anteriormente estão organizados no Quadro 3, sendo notável a representatividade que AH Plus possui entre os cimentos resinosos e a variedade de cimentos biocerâmicos em estudos de caracterização de propriedades, provavelmente devido muitos serem tecnologias recentes. Esta variedade de cimentos biocerâmicos com composições diferentes dificulta estabelecer um comparativo mais padronizado, diferentemente do cimento de resina epóxi, que tem o AH Plus como principal representante. A partir da análise do Quadro 3 é possível observar que os cimentos endodônticos carecem de estudo *in vivo*, porém é possível identificar a uniformidade nos resultados *in vitro*.

Quadro 3 – Caracterização dos estudos selecionados.

| N° | Estudo | Método | Cimentos comparados | | Principais resultados |
|----|------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------|---|
| | | | Resinoso | Biocerâmico | |
| 1 | Ribeiras et al., 2015 | Estudo <i>in vitro</i> | AH Plus | Endosequence BC | O Endosequence BC Sealer foi aquele que melhor selamento conseguiu no terço coronário e melhor adaptação marginal no terço apical, em comparação com o cimento resinoso AH Plus. |
| 2 | Ahuja et al., 2016 | Estudo <i>in vitro</i> | Adsel | ProRoot MTA MTA Fillapex | O estudo concluiu que, na comparação dos grupos experimentais, o selante Adseal foi melhor em fornecer o selamento apical do que o Proroot MTA e o MTA Fillapex. |
| 3 | Demiriz et al., 2016 | Estudo <i>in vitro</i> | AH Plus | MTA Fillapex | O MTA Fillapex mostrou uma quantidade semelhante de formação de lacunas quando comparado ao AH Plus em todas as seções do canal radicular. De acordo com este resultado, o MTA Fillapex tem uma capacidade de adaptação à parede dentinária semelhante ao AH Plus. |
| 4 | Carvalho et al., 2017 | Estudo <i>in vitro</i> | AH Plus | Endosequence BC Sealer | O Endosequence BC Sealer apresentou indicações de bioatividade e menor resistência de união à dentina em comparação ao AH Plus. A resistência de união do Endosequence BC Sealer à dentina foi menor que a do AH-Plus (Os menores valores de resistência de união do BC Sealer podem ser consequência do uso de EDTA como agente irrigante, bem como, do possível mau processo de hidratação durante o experimento). O Endosequence BC Sealer apresentou algum tipo de potencial de bioatividade. |
| 5 | Patil et al., 2017 | Estudo <i>in vitro</i> | AH Plus | Endosequence BC Sealer | O Endosequence BC Sealer exibiu resultados significativamente melhores em comparação com os outros cimentos testados |
| 6 | Graunaite et al., 2018 | Ensaio clínico randomizado | AH Plus | TotalFill | O AH Plus e o TotalFill apresentam desempenho semelhante quanto à ocorrência e intensidade da dor pós-operatória em dentes com periodontite apical assintomática sem extrusão além do ápice. |
| 7 | Osiri et al., 2018 | Estudo <i>in vitro</i> | AH Plus | TotalFill | O TotalFill mostrou maior penetração do que o AH Plus. |

| | | | | | |
|----|------------------------------------|------------------------|---------|---|---|
| 8 | Tavares et al., 2020 | Estudo <i>in vitro</i> | AH Plus | Endosequence BC Sealer | Os cimentos avaliados foram semelhantes quanto à capacidade de preenchimento nos terços cervical / médio e apical de canais radiculares achatados. Endosequence BC Sealer apresentou capacidade de preenchimento semelhante ao AH Plus quando utilizado para obturação de canais radiculares achatados pela técnica de cone único. |
| 9 | Benezra, Wismayer, Camilleri, 2018 | Estudo <i>in vitro</i> | AH Plus | Endoseal BioRoot RCS MTA Fillapex | MTA Fillapex e BioRoot RCS exibiram a melhor citocompatibilidade tanto no teste de contato direto quanto na atividade de fosfatase alcalina. Tanto o AH Plus quanto o Endoseal não induziram o crescimento celular na superfície do material. Foi demonstrado que o MTA Fillapex aumenta a fixação e proliferação celular. O BioRoot RCS demonstrou ser citotóxico. Isso contrasta com pesquisas anteriores que mostram que o BioRoot RCS é biocompatível quando testado com células-tronco do ligamento periodontal. |
| 10 | Tavares et al., 2020 | Estudo <i>in vitro</i> | AH Plus | Endosequence BC Sealer | Os cimentos avaliados foram semelhantes quanto à capacidade de preenchimento nos terços cervical / médio e apical de canais radiculares achatados. Endosequence BC Sealer apresentou capacidade de preenchimento semelhante ao AH Plus quando utilizado para obturação de canais radiculares achatados pela técnica de cone único. |
| 11 | Pinto et al., 2020 | Estudo <i>in vitro</i> | AH Plus | Neo MTA Plus | Pode-se concluir que embora o AH Plus tenha apresentado melhor fluxo do que o Neo MTA Plus pela metodologia ISSO, não houve diferença entre esses cimentos quanto ao enchimento volumétrico quando avaliado por Microtomografia. Além disso, o Neo MTA Plus apresentou adequado preenchimento de canais curvos em associação à técnica de onda contínua de condensação, além de adequada capacidade de preenchimento dos espaços centrais e laterais, o que sugere seu bom potencial para aplicação clínica. |
| 12 | Perez-Alfayate et al., 2021 | Estudo <i>in vitro</i> | AH Plus | Endosequence BC Sealer | O uso de selante biocerâmico parece ser promissor em uma situação onde a atividade microbiana prolongada pode ser necessária, pois esses materiais podem levar ao desenvolvimento de um ambiente alcalino por um longo tempo, combatendo bactérias persistentes presentes nos túbulos dentinários ou no lúmen principal |

Fonte: Elaboração própria (2021).

O AH Plus, melhor representante dos cimentos resinosos, apresenta características que justificam sua ampla utilização no mercado. Porém, a partir dessa revisão, pode-se observar que os cimentos biocerâmicos têm grande variedade, mas compartilham de uma propriedade que falta ao cimento de resina epóxi: a bioatividade. Esta propriedade pode se tornar um importante aspecto para que os endodontistas confirmem melhor custo-benefício aos cimentos biocerâmicos. Com bases, nas informações reunidas, o Endosequence BC Sealer foi o cimento biocerâmico que mostrou superioridade em comparação ao AH Plus nos testes *in vitro*.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A propriedade mais compartilhada entre os biocerâmicos é a bioatividade e biocompatibilidade. O Endosequence BC Sealer foi o biocerâmico mais testado entre os estudos e também apresentou as melhores propriedades.

O AH Plus é ainda considerado o cimento endodôntico padrão ouro na obturação do canal radicular. Os cimentos biocerâmicos por serem materiais com muitos novos lançamentos requerem avaliações para elucidar sua característica hidrofílica e sua capacidade de expansão ao tomar presa dentro dos túbulos dentinários, característica que tem sido difícil de reproduzir com testes *in vitro*.

O Endosequence BC Sealer tem se mostrado um cimento endodôntico promissor, pois além de se equiparar e em alguns estudos superar o AH Plus em algumas propriedades, ele possui também propriedades de bioatividade e biocompatibilidade, características indispensáveis a um cimento endodôntico.

REFERÊNCIAS

- AHUJA, L. *et al.* A Comparative Evaluation of Sealing Ability of New MTA Based Sealers with Conventional Resin Based Sealer: An In-vitro Study. **J Clin Diagn Res**, v. 10, n. 7, p. ZC76-9, 2016.
- ARAÚJO, W. C. O. Recuperação da informação em saúde: construção, modelos e estratégias. **Convergências em Ciência da Informação**, v. 3, p. 100-134, 2020.
- BENEZRA, M. K.; WISMAYER, P. S.; CAMILLERI, J. Interfacial Characteristics and Cytocompatibility of Hydraulic Sealer Cements. **J Endod**, v. 44, n. 6, p. 1007-1017, 2018.
- CANDEIRO, G. T. D. M. Avaliação da radiopacidade, escoamento, pH e da liberação de íons cálcio de um cimento endodôntico biocerâmico. 2012.
- CANDEIRO, G. T. D. M. *et al.* Evaluation of Radiopacity, pH, Release of Calcium Ions, and Flow of a Bioceramic Root Canal Sealer. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 6, p. 842-845, 2012.
- CARVALHO, C. N. *et al.* Micro Push-out Bond Strength and Bioactivity Analysis of a Bioceramic Root Canal Sealer. **Iran Endod J**, v. 12, n. 3, p. 343-348, 2017.
- CAVALLINI, T. **Uso de materiais biocerâmicos na obturação endodôntica.** 2016. 33 Relatório de Estágio (Mestrado em Medicina Dentária) Gandra, Instituto universitário de ciencias da saúde
- DELONG, C.; HE, J.; WOODMANSEY, K. F. The effect of obturation technique on the push-out bond strength of calcium silicate sealers. **Journal of Endodontics**, v. 41, n. 3, p. 385-388, 2015.
- DEMIRIZ, L. *et al.* Evaluation of the dentinal wall adaptation ability of MTA Fillapex using stereo electron microscope. **Brazilian Dental Journal**, v. 19, n. 3, p. 220--224, 2016.
- DEZONTINI, R.; ABREU, R. B. D.; RESENDE, D. C. **Análise entre as técnicas obturadoras: condensação lateral, condensação com técnica do cone único e condensação com técnica híbrida de Tagger: Revisão bibliográfica.** Revista saúde multidisciplinar. 7 2020.
- GRAUNAITE, I. *et al.* Effect of Resin-based and Bioceramic Root Canal Sealers on Postoperative Pain: A Split-mouth Randomized Controlled Trial. **J Endod**, v. 44, n. 5, p. 689-693, 2018.
- HILTON, T. J. *et al.* Comparison of CaOH with MTA for Direct Pulp Capping. **Journal of Dental Research**, v. 92, n. 7_suppl, p. S16-S22, 2013.

HRAB, D. *et al.* COMPARATIVE RADIOGRAPHIC ASSESSMENT OF A NEW BIOCERAMIC-BASED ROOT CANAL SEALER. **Medicine and Pharmacy Reports**, v. 90, n. 2, p. 226-230, 2017.

LEAL, J. M. *et al.* Sealapex, AH26 silver free e Fillcanal. Avaliação in vitro do selamento apical através da infiltração do corante Rhodamine B a 2%. Influência do tempo de armazenagem. **Rev Brasil Odontol**, v. 44, n. 6, p. 8-14, 1987.

LOPES, H. P.; SIQUEIRA, J. F. **Endodontia: biologia e técnica**. 3ª ed., Rio de Janeiro;. 2015.

NG, Y. L.; MANN, V.; GULABIVALA, K. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. **Int Endod J**, v. 44, n. 7, p. 583-609, 2011.

OLIVEIRA, C. M. B. D. *et al.* Citocinas e Dor. **Rev Bras Anesthesiol**, v. 61, n. 2, p. 255-265, 2011.

OLIVEIRA, K. V. D. *et al.* Effectiveness of different final irrigation techniques and placement of endodontic sealer into dentinal tubules. **Braz Oral Res**, v. 31, p. e114-e114, 2017.

OLTRA, E. *et al.* Retreatability of two endodontic sealers, EndoSequence BC Sealer and AH Plus: a micro-computed tomographic comparison. **Restorative Dentistry & Endodontics**, v. 42, n. 1, p. 19, 2017.

PARIROKH, M. *et al.* Comparative study of subcutaneous tissue responses to a novel root-end filling material and white and grey mineral trioxide aggregate. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 4, p. 283-289, 2010.

PAULA, A. C. F. D. *et al.* Drying protocol influence on the bond strength and apical sealing of three different endodontic sealers. **Brazilian Oral Research**, v. 30, n. 1, 2016.

PEREZ-ALFAYATE, R. *et al.* Root Canal Filling Quality Comparison of a Premixed Calcium Silicate Endodontic Sealer and Different Carrier-Based Obturation Systems. **J Clin Med**, v. 10, n. 6, 2021.

PINTO, J. C. *et al.* Filling Ability and Flow of Root Canal Sealers: A Micro-Computed Tomographic Study. **Braz Dent J**, v. 31, n. 5, p. 499-504, 2020.

RIBEIRAS, I. *et al.* Estudo comparativo da adaptação marginal de 2 cimentos endodônticos. **Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial**, v. 56, n. 3, p. 173-181, 2015.

SENNE, M. I. *et al.* Avaliação da citotoxicidade dos três cimentos endodônticos empregados na obturação do sistema de canais radiculares. **RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia**, v. 6, p. 71-76, 2009.

SIMUNDIC, M. *et al.* Antimicrobial efficacy of commercially available endodontic bioceramic root canal sealers: A systematic review. **PLOS ONE**, v. 14, n. 10, p. e0223575, 2019.

TAVARES, K. *et al.* Micro-CT evaluation of filling of flattened root canals using a new premixed ready-to-use calcium silicate sealer by single-cone technique. **Microsc Res Tech**, v. 84, n. 5, p. 976-981, 2021.

TEIXEIRA, C. S. *et al.* Interfacial evaluation of experimentally weakened roots restored with adhesive materials and fibre posts: An SEM analysis. **Journal of Dentistry**, v. 36, n. 9, p. 672-682, 2008.

TORABINEJAD, M.; PARIROKH, M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature ReviewΓÇöPart II: Leakage and Biocompatibility Investigations. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 2, p. 190-202, 2010.

UNGOR, M.; ONAY, E.; ORUCOGLU, H. Push-out bond strengths: the Epiphany–Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. **International Endodontic Journal**, v. 39, n. 8, p. 643-647, 2006.

VIEIRA, S. *et al.* Filling Effectiveness and Dentinal Penetration of Endodontic Sealers: A Stereo and Confocal Laser Scanning Microscopy Study. **Brazilian Dental Journal**, v. 26, n. 5, p. 541-546, 2015.

VILAS-BOAS, D. A. J. *et al.* Effect of different endodontic sealers and time of cementation on push-out bond strength of fiber posts. **Clin Oral Investig**, v. 22, n. 3, p. 1403-1409, 2018.

WEST, A. P.; SHADEL, G. S.; GHOSH, S. Mitochondria in innate immune responses. **Nat Rev Immunol**, v. 11, n. 6, p. 389-402, 2011.

WOLF, M. *et al.* 3D analyses of interface voids in root canals filled with different sealer materials in combination with warm gutta-percha technique. **Clin Oral Investig**, v. 18, n. 1, p. 155-61, 2014.

YANPISET, K. *et al.* Bacterial leakage and micro-computed tomography evaluation in round-shaped canals obturated with bioceramic cone and sealer using matched single cone technique. **Restor Dent Endod**, v. 43, n. 3, p. e30, 2018.

ZMENER, O. *et al.* Detection and measurement of endodontic root perforations using a newly designed apex-locating handpiece. **Dental Traumatology**, v. 15, n. 4, p. 182-185, 1999.