

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO
INSTITUTO BRASILEIRO DE GESTÃO E MARKETING
INSTITUTO BRASILEIRO DE SAÚDE
CURSO DE BACHARELADO EM ODONTOLOGIA

CLÁUDIA KELLY DE BARROS FERREIRA
KÁTIA DE BARROS FERREIRA

**CIMENTOS BIOCERÂMICOS NO TRATAMENTO DA
APICIGÊNESE E APICIFICAÇÃO DE DENTES
PERMANENTES IMATUROS: REVISÃO DE
LITERATURA**

Recife
2023

CLÁUDIA KELLY DE BARROS FERREIRA
KÁTIA DE BARROS FERREIRA

**CIMENTOS BIOCERÂMICOS NO TRATAMENTO DA
APICIGÊNESE E APICIFICAÇÃO DE DENTES
PERMANENTES IMATUROS: REVISÃO DE
LITERATURA**

Artigo apresentado ao Curso de Bacharelado em Odontologia do Centro Universitário Brasileiro (UNIBRA), como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Professor Orientador: Prof. Esp. Lucas Gomes de Araújo.

Professora Coorientadora: Profa. Esp. Marina da Cunha Isaltino.

Recife

2023

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

F383c Ferreira, Cláudia Kelly de Barros.
Cimentos biocerâmicos no tratamento da apicigênese e apicificação de
dentes permanentes imaturos: revisão de literatura / Cláudia Kelly de
Barros Ferreira; Kátia de Barros Ferreira. - Recife: O Autor, 2023.
17 p.

Orientador(a): Esp. Lucas Gomes de Araújo.
Coorientador(a): Esp. Marina da Cunha Isaltino.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário
Brasileiro – UNIBRA. Bacharelado em Odontologia, 2023.

Inclui Referências.

1. Apexificação. 2. Endodontia. 3. Pulpotomia. 4. Calcarea silicata. I.
Ferreira, Kátia de Barros. II. Centro Universitário Brasileiro. - UNIBRA. III.
Título.

CDU: 616.314

*A Deus, por ser nossa fortaleza durante
nossa jornada acadêmica, que ajudou a
driblarmos, as pedras no caminho, com
resiliência e perseverança, para que nossa
quimera se tornasse realidade .
Dedicamos.*

AGRADECIMENTOS

Minha gratidão a Deus, por nos conceder a oportunidade de estudar e atingir nossos objetivos profissionais. Por ter nos permitido, em meio às adversidades e obstáculos durante esses cinco anos, acreditar na possibilidade de crescimento e amadurecimento.

Aos nossos pais Maria de Lourdes Ferreira, (Edvaldo de Barros de Ferreira), *in memoriam*, pelo amor incondicional a nós dedicado e por terem sempre cultivado valores capazes de estruturar nossa carreira com dignidade, sobretudo por ter como função o auxílio ao próximo. Gratidão eterna ao nosso pai, por tudo que fez por nós e sei que está vibrando lá em cima. A nossa mãe, por sua dedicação ao cuidar de nós, sua luta cotidiana para ajudarnos a alcançar nossos objetivos e o incentivo para não abandonar o que almejamos. E a nosso cachorrinho, Nunu, nosso fiel escudeiro, por ter nos acarinhado e nos momentos de cansaço , ter nos dado seu amor.

A minha irmã, Cláudia Kelly de Barros Ferreira e a Kátia de Barros Ferreira pelo apoio, amor e respeito , pois além de irmãs fomos dupla no decorrer desses cinco anos da graduação, sem falar do companheirismo. Fomos amigas ,colega de curso e hoje, de profissão.

Aos meus amigos. A eles, todo meu respeito, admiração e gratidão.

Aos nossos orientadores: Lucas Gomes de Araújo, pelo suporte necessário para que o presente trabalho fosse bem sucedido, especialmente a nossa coorientadora Marina Saltino, por ter sido durante a graduação, uma inspiração na endodontia e, estar nesse fechamento de ciclo tão importante pra nós que é o TCC.

Aos meus professores da graduação, especialmente ao professor Carlos Hítalo Rodrigues de Almeida que além de perpassar com maestria conhecimento para pudermos exercermos a odontologia com ética e amor foi um anjo amigo.

À Coordenação do Curso de Bacharelado em Odontologia do Centro Universitário Brasileiro, Fernanda Donida, pela dedicação, profissionalismo e responsabilidade com nossa formação.

Ao Centro Universitário Brasileiro, pelo excelente suporte acadêmico e onde pudemos alcançar nosso sonho tão almejado.

“O que torna belo o deserto, é que ele esconde um poço em algum lugar.” (SAINT, 2015, p. 76)

CIMENTOS BIOCERÂMICOS NO TRATAMENTO DA APICIGÊNESE E APICIFICAÇÃO DE DENTES PERMANENTES IMATUROS: REVISÃO DE LITERATURA

Cláudia Kelly de Barros Ferreira¹

Kátia de Barros Ferreira¹

Lucas Gomes de Araújo²

Marina da Cunha Isaltino²

¹ Discente do Curso de Odontologia do Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA

² Docente do Curso de Odontologia do Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA

RESUMO

Introdução: O uso de biocerâmicos induzem a deposição do tecido dentinário, formando uma barreira que possibilita o sucesso do tratamento endodôntico. **Objetivo:** Realizar uma revisão de literatura sobre os avanços nas propriedades dos biocerâmicos e no êxito terapêutico da terapia pulpar dos dentes permanentes imaturos. **Metodologia:** Foram coletados artigos nas bases de dados MEDLINE via PubMed, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), SciELO e LILACS sobre o uso de materias biocerâmicos e sua capacidade de regeneração, utilizando os descritores: “Apexificação”, “Endodontia”, “Pulpotomia”, “Calcareia Silicata.”. Foram considerados critérios de inclusão os estudos clínicos *in vitro* e revisões de literatura que relacionaram a apicigênese, apicificação e cimentos biocerâmicos reparadores no tratamento de dentes permanentes imaturos, publicados em Inglês e português, entre Janeiro de 2001 e Outubro de 2023. **Resultados:** Foram encontrados 52 artigos e após a aplicação dos critérios de elegibilidade, foram selecionados 30 estudos. A apicigênese e apicificação são ideais para evitar a perda do elemento dentário, mantendo as funções e a estética. Os biocerâmicos têm boa biocompatibilidade e não promovem inflamação tecidual significativa, além de apresentar boa capacidade de selamento, o que induz o processo de reparo em diversas situações. **Conclusão:** As propriedades do cimentos reparadores biocerâmicos poderão contribuir para um melhor entedimento dos mecanismos da terapia pulpar, inclusive podendo ser um paradigma no desenvolvimento de protocolos, como forma terapêutica, por sua reposta regenerativa.

Palavras-chave: Apexificação. Endodontia. Pulpotomia. Calcareia Silicata..

BIOCERAMICS CEMENTS IN THE TREATMENT OF APICIGENESIS AND APICIFICATION OF IMMATURE PERMANENT TEETH: LITERATURE REVIEW

Cláudia Kelly de Barros Ferreira¹
Kátia de Barros Ferreira¹
Lucas Gomes de Araújo²
Marina da Cunha Isaltino²

¹ Student of the Dentistry Course at the Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA

² Professor of the Dentistry Course at the Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA

ABSTRACT

Introduction: The use of bioceramics induces the deposition of dentin tissue, forming a barrier that enables the success of endodontic treatment. **Objective:** To carry out a literature review on advances in the properties of bioceramics and the therapeutic success of pulp therapy for immature permanent teeth. **Methodology:** Articles were collected in the MEDLINE databases via PubMed, Virtual Health Library (VHL), SciELO and LILACS on the use of bioceramic materials and their regeneration capacity, using the descriptors: “Apexification”, “Endodontics”, “Pulpotomy”, “Calcareia Silicata.”. Inclusion criteria were in vitro clinical studies and literature reviews that related apicogenesis, apexification and bioceramic repair cements in the treatment of immature permanent teeth, published in English and Portuguese, between January 2001 and October 2023. **Results:** Found 52 articles and after applying the eligibility criteria, 30 studies were selected. Apicogenesis and apexification are ideal for preventing the loss of the tooth element, maintaining functions and aesthetics. Bioceramics have good biocompatibility and do not promote significant tissue inflammation, in addition to having good sealing capacity, which induces the repair process in various situations. **Conclusion:** The properties of bioceramic repair cements may contribute to a better understanding of the mechanisms of pulp therapy, and may even be a paradigm in the development of protocols, as a therapeutic form, due to its regenerative response.

Keywords: Apexification. Endodontics. Pulpotomy. Calcareia Silicata.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	12
1.1	OBJETIVO GERAL	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	FLUXOGRAMA DO DELINEAMENTO METADOLÓGICO	13
4	REFERENCIAL TEÓRICO REVISÃO DA LITERATURA	14
4.1	Apicigênese	14
4.2	Apicificação	14
4.3	Revascularização	16
4.4	O que são os cimentos biocerâmicos	16
4.5	Cimentos biocerâmicos: vantagens e desvantagens	17
4.5.1	Cimento EndoSequence BC Sealer	17
4.5.2	Cimento MTA	18
4.5.3	Cimento endodôntico Biodentine	18
4.5.4	Cimento BioAggregate	19
5	DISCUSSÃO	20
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

Os dentes permanentes imaturos são frequentemente afetados por cárie dentária, injúrias traumáticas e considerando as funções e importância de cada elemento, a terapia pulpar é indicada sempre que possível, pelo fato de preservar o espaço do dente permanente e sua permanência depois que erupcionado (SANCAS et al.,2022).

O conhecimento sobre os estágios de Nolla é essencial para a estimativa da idade dentária dos pacientes, para o diagnóstico e tratamento adequado. Sendo assim, é importante entendermos os estágios de Nolla, já que seu sistema de classificação é utilizado para descrever a maturação dentária em crianças e adolescentes. Também enfatizar que quando, fala-se em tratamento e a melhor técnica utilizada, a avaliação clínica da vitalidade pulpar, complementada pela análise radiográfica, é fundamental para o correto diagnóstico de dentes permanentes imaturos com rizogênese incompleta (GARCIA-GODOY e MURRAY,2012).

Nesse contexto, pode-se salientar que existem algumas formas de tratamento reparador, como a apicigênese que é uma terapia de complementação radicular em dentes que apresentam a polpa com vitalidade e que sofreram exposição pulpar. Enquanto isso, a apicificação é uma terapia de indução do fechamento do forame por meio da deposição de uma barreira mineralizada de tecido duro, indicado para dentes imaturos necrosados. Os progressos recentes no campo da biologia celular e molecular, assim como o melhor conhecimento acerca do desenvolvimento dentário, contribuíram para o surgimento de uma ampla gama de novos materiais, biocompatíveis, indicados para dentes permanentes imaturos (NADIN et al.,2003).

Nos últimos anos, a endodontia passou por muitas evoluções técnicas, no entanto, biologicamente, os cimentos biocerâmicos são exemplificados como os materiais de grande relevância das últimas três décadas, seja para terapia pulpar conservadora, como para tratamentos endodônticos. Nesse sentido, os cimentos reparadores biocerâmicos surgem apresentando propriedades significantes, como a biocompatibilidade, excelentes propriedades físico-químicas, adesão e menor toxicidade (GRITTI et al.,2017).

As cerâmicas bioativas, baseadas em cimentos de silicato tricálcico, são hoje uma parte indispensável do arsenal odontológico contemporâneo para especialistas, incluindo endodontistas, odontopediatras e cirurgiões-dentistas generalistas.

(TORABINEJAD et al.,2018). Também é importante enfatizar que foram a partir de novas análises que categorizados como bionertes, bioativos e biodegradáveis, é notório que os materiais são capazes de atuar como selantes de canais , cimentos reparadores radiculares , aplicados à terapia pulpar e mesmos podem ser utilizados em casos de exposição pulpar por trauma, cárie ou outras causas mecânicas, como capeadores pulpares diretos (SANZ et al., 2019).

Dessa forma, o objetivo do trabalho é abordar através de uma revisão bibliográfica sobre o tratamento de dentes permanentes imaturos, tendo como material aliado os cimentos biocerâmicos no tratamento da apicigênese e da apicificação .

2 OBJETIVOS

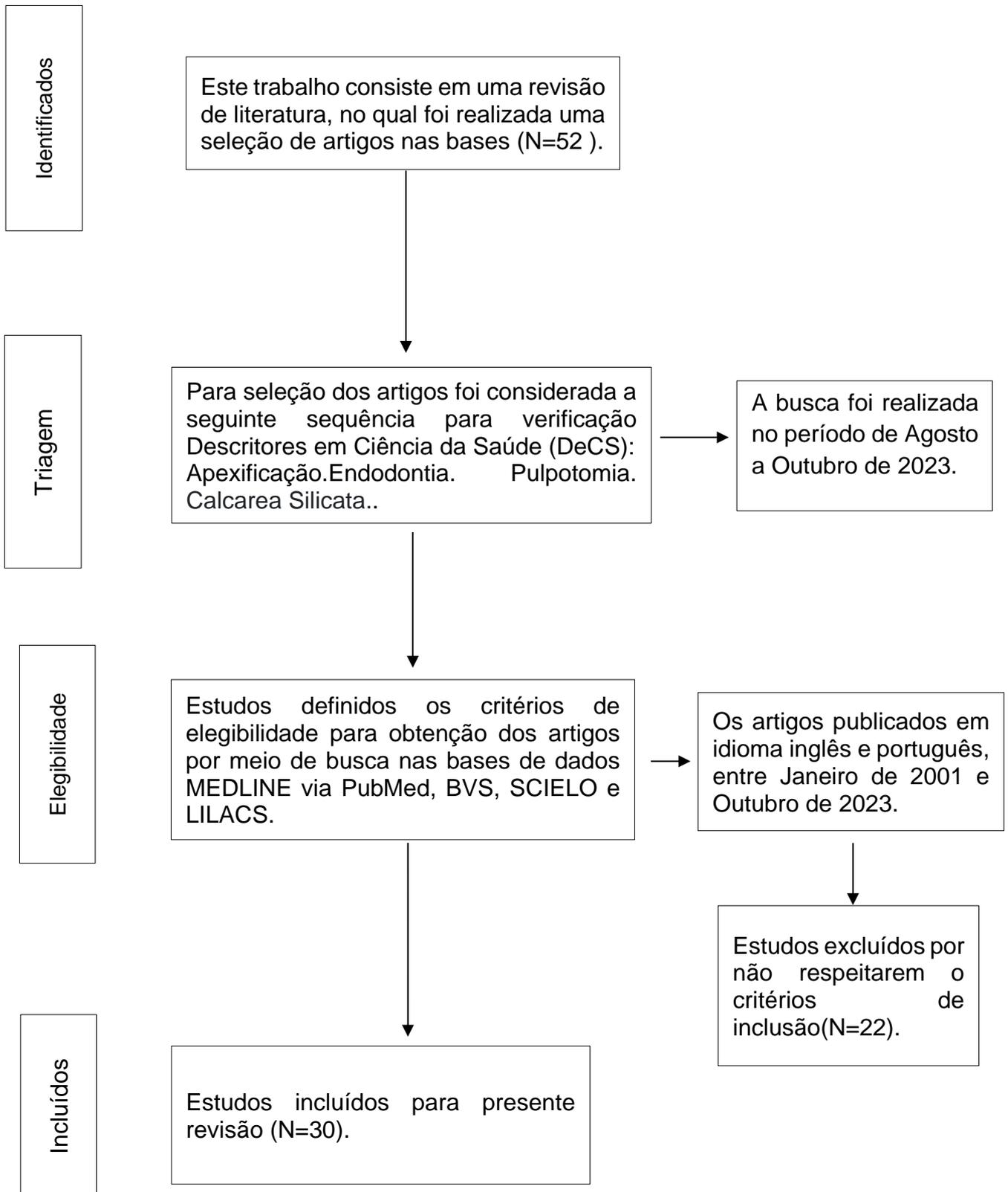
2.1 OBJETIVO GERAL

Abordar as propriedades terapêuticas do cimento reparador biocerâmico de modo a contribuir para o tratamento conservador e conseqüentemente na terapia pulpar dos dentes permanentes imaturos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar quais os tipos de cimentos reparadores biocerâmicos mais utilizados no tratamento de dentes permanentes imaturos;
- Abordar as propriedades dos cimentos biocerâmicos para o tratamento conservador e endodôntico;
- Relatar as vantagens e desvantagens dos materiais biocerâmicos na apicificação e apicigênese;

3 FLUXOGRAMA DO DELINEAMENTO METADOLÓGICO



4 REFERENCIAL TEÓRICO | REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Apicigênese

Quando fala-se em tratamento em dentes permanentes imaturos , é importante abordar a apicigênese que consiste na terapia de complementação radicular em elementos dentais jovens imaturos que apresentam vitalidade, porém sofreram traumas dentais ou fraturas dentárias levando a exposição pulpar. Esses pacientes possuem quantidade de células-tronco mais elevadas do que pacientes com idade mais avançada, visto que essas células são fundamentais para ocorrência do desenvolvimento fisiológico da raiz (PEREIRA E SIQUEIRA JR., 2011).

Sendo assim, o objetivo do tratamento com a apicigênese é a continuidade da formação radicular, permitindo o aumento da espessura da parede dentinária e promovendo a constrição e fechamento apical. Devem-se avaliar as condições do tecido pulpar, o tempo de exposição da polpa, e a extensão do dano, para assim poder definir o adequado tratamento. Portanto este tratamento é conservador e consiste no capeamento pulpar ou curetagem pulpar ou pulpotomia (remoção da polpa coronal), mantendo assim a polpa radicular vital e protegida por material biocompatível e sobre ele a restauração do dente (PEREIRA E SIQUEIRA JR., 2011; LEONARDO, 2005).

4.2 Apicificação

A técnica de apicificação consiste no emprego de manobras químicas e mecânicas na tentativa de debelar uma infecção. Uma opção de material para esse tipo de tratamento é o hidróxido de cálcio. O procedimento endodôntico utilizando o hidróxido de cálcio nos elementos dentais que possuem necrose pulpar, no qual sua radiografia apresenta o ápice apical aberto, tem como objetivo é o fechamento apical através da deposição de um tecido duro mineralizado formando “pontes” de dentina, que é chamada de barreira apical (SOARES E GOLDBERG, 2001).

Nesse contexto, o tratamento endodôntico convencional em dentes com formação radicular incompleta apresenta uma série de desafios para sua execução. A começar pelo grande volume do canal radicular que dificulta a limpeza das paredes dentinárias e pela determinação do comprimento de trabalho complexa, uma vez que ainda não houve a formação completa de um forame apical nem das paredes laterais

do canal radicular (KAHLER et al. 2013, ALOBAID et al. 2013, BUKHARI et al.2016, CEHRELI et al. 2013).

4.3 Revascularização

Ainda sobre a endodontia tradicional, os dentes permanentes com rizogênese incompleta apresentando periodontite/abscesso apical são tratados com apicificação. Entretanto, esta técnica apresenta a desvantagem das paredes radiculares permanecerem finas e a interrupção do desenvolvimento radicular, o que pode levar a possíveis fraturas radiculares. Assim, surge uma terceira opção de técnica e, procedimentos de revascularização foram introduzidos para tratamento de dentes permanentes imaturos, uma vez que os tecidos periapicais de dentes imaturos são ricos em suprimento sanguíneo e contêm células estaminais (NAGY et al.,2014).

Conforme estudos, foram relatados que vários tipos de resposta de dentes permanentes imaturos com polpa necrosada e infectada, apresentando periodontite apical ou abscesso frente a procedimentos de revascularização. Após a resolução dos sinais e sintomas clínicos, o sangramento foi induzido no espaço do canal a partir dos tecidos periapicais utilizando limas K-files. O espaço do canal coronal foi selado com uma mistura de agregado trióxido mineral (MTA) e solução salina. A cavidade de acesso foi restaurada com resina composta. Os dentes foram acompanhados de seis a 26 meses (CHEN et al.,2011).

Portanto, a revascularização pode ser definida como o direcionamento biologicamente controlado da regeneração do reparo do tecido danificado, doente ou ausente, que neste caso incluem as estruturas do complexo dentino-pulpar, em tecidos viáveis, de preferência da mesma origem, que possam restabelecer as funções fisiológicas. A regeneração pulpar de dentes permanentes imaturos após um trauma pode ser benéfica para redução do risco de fraturas radiculares e consequentemente a perda do elemento dentário (GARCIA-GODOY E MURRAY, 2012).

4.4 O que são os cimentos biocerâmicos

Os cimentos biocerâmicos estão entre os materiais introduzidos recentemente na endodontia, e que mudaram a face da endodontia. Eles são materiais inorgânicos,

não-metálicos feitos pelo aquecimento de matérias-primas minerais, a temperaturas elevadas. Exibem excelentes propriedades de biocompatibilidade devido à sua similaridade com o processo biológico de formação de hidroxiapatita e à capacidade de induzir uma resposta regenerativa no corpo humano (LIMA 2017).

Ainda é importante enfatizar que os cimentos biocerâmicos existem há três décadas, e sua ascendência na prática dentária está relacionada ao aumento da utilização da tecnologia biocerâmica na medicina. Logo, os materiais desenvolvidos especificamente para a utilização na odontologia expõem que estes podem incluir alumina, zircônia, vidro bioativo, cerâmica, hidroxiapatita e fosfato de cálcio (SILVA et al., 2020).

Sobretudo, é relevante destacar a propriedade de selamento do cimento biocerâmico, que deveria prevenir crescimento bacteriano ou propagação de toxinas bacterianas, promovendo biocompatibilidade e crescimento e diferenciação celular. Agregado trióxido mineral (MTA), biocerâmicos e materiais baseados em silicato tricálcico, como o Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, France) e o RetroMTA (BioMTA, Seoul, Korea), apresentam várias propriedades favoráveis incluindo a habilidade de induzir a formação de tecido duro e biocompatibilidade. Eles são não tóxicos, não reabsorvíveis e não são afetados por contaminação no tampão de coágulo sanguíneo (WONGWATANASANTI et al., 2018).

Também, pode-se observar que o processo de preparação químico-mecânica dos canais radiculares tem importância fundamental para uma terapia clínica com sucesso, uma vez que permite a desinfecção do espaço endodôntico pela ação de substâncias químicas (por exemplo, hipoclorito de sódio), que, por sua vez, não são apenas agentes bactericidas, mas cooperam na remoção de detritos e restos orgânicos, reduzindo assim os níveis de microrganismos, favorecendo o processo de periapical reparação de tecidos (SILVA; MELO; SALOMÃO, 2020). Assim, uma das características dos biocerâmicos é ser bacteriostático ou bactericida (WERLANG et al., 2016).

Ainda é importante salientar que a técnica de apicificação com hidróxido de cálcio foi por anos a alternativa mais utilizada para casos de necrose pulpar em dentes com formação radicular incompleta, independentemente de apresentarem lesão periapical visível radiograficamente ou não. O objetivo desta intervenção era induzir a formação de uma barreira de tecido mineralizado na região apical para amparar o material obturador que seria utilizado posteriormente (BUKHARI et al. 2016, CEHRELI

et al. 2011, CHEN et al. 2014). Atualmente, o uso de biocerâmicos pode ser utilizado em dentes permanentes imaturos.

4.5 Cimentos biocerâmicos: vantagens e desvantagens

4.5.1 EndoSequence BC Sealer

O EndoSequence BC Sealer, também conhecido como iRoot SP (Innovative Bioceramix, Vancouver, Canadá), foi recentemente introduzido no mercado pela Brasseler, Savannah, EUA (SHOKOUHINEJAD et al., 2013). É um cimento biocerâmico composto pelo óxido de zircônio, silicato de cálcio, fosfato de cálcio monobásico, hidróxido de cálcio e outros agentes espessantes (ZOUFAN et al., 2011).

É um material injetável, pré-manipulado, radiopaco e com coloração branca (CELIK TEN; UZUNTAS; GULSAHI, 2015). O cimento biocerâmico EndoSequence BC Sealer é hidrofílico, fazendo uso da umidade no interior dos túbulos dentinários para completar a sua reação de presa. Menciona-se também que, em alguns estudos, o cimento apresentou radiopacidade consideravelmente menor (3,84 mm Al) do que o AH Plus (6,90 mm Al) (MIRANDA CANDEIRO et al., 2012).

Além do mais, ele é um cimento hidrofílico, utilizando a umidade do interior do canal da unidade radicular para completar a reação de presa. 15 Mencionam-se ainda que por testes realizados com o cimento EndoSequence BC Sealer observaram que quando este foi deixado na bancada, à temperatura ambiente, não completou sua reação de presa, sendo essa característica uma desvantagem (ZOUFAN et al., 2011).

Na avaliação do efeito antibacteriano contra o *Enterococcus faecalis* do cimento iRoot SP, foi observado que o mesmo eliminou todas as bactérias em 2 minutos (ZHANG et al., 2009). Na avaliação do efeito do cimento EndoSequence BC Sealer em nociceptores periféricos, baseou-se na hipótese de que cimentos endodônticos podem ativar diretamente as células nociceptoras trigeminais, provocando liberação de peptídeo, relacionado com o gene da calcitonina (CGRP), um modulador potente da inflamação neurogênica, visto que, além de causar a dor, em todas as concentrações testadas do cimento, provocou liberação de CGRP (RUPAREL et al., 2014).

Alguns trabalhos que avaliaram as propriedades do iRoot SP apontam que elas são necessárias para uma melhor vedação do canal radicular. Ademais, o

compararam a outros cimentos endodônticos, e mostraram que o iRoot SP permitiu maior selamento apical do que os cimentos Sealapex, o EndoREZ e o MTA Fillapex (BIDAR et al., 2014).

4.5.2 Cimento MTA

O cimento MTA é composto por silicato de cálcio, constituído por silicato tricálcico, silicato dicálcico e aluminato tricálcico. Camilleri (2008) fala que o mesmo possui um composto radiopaco, que é o óxido de bismuto, sendo este em duas formas, cinza e branca. Na primeira forma, a cor cinza é dada por íons de ferro, que foram removidos para se obter a forma branca. A reação de pega do MTA, que é hidratação, obtém silicato de cálcio hidratado e hidróxido de cálcio, o qual é liberado ao longo do tempo. Contudo, a integração biológica do MTA, que formam a hidroxiapatita em contato com os íons fosfato presentes no corpo, se deve aos íons de Ca (CHENG et al., 2010).

O papel antibacteriano do cimento MTA em tese é devido a liberação de hidróxido de cálcio, o que explicaria a ação semelhante com as pastas de hidróxido de cálcio, o mesmo também apresenta forte pH alcalino, que resulta em efeito antibacteriano (CAMILLERI, 2008).

4.5.3 Cimento endodôntico Biodentine

O cimento Biodentine é descrito como um produto à base de silicato de cálcio que ficou comercialmente disponível em 2009 (Septodont, Saint Maur des Fosses, França), sendo um material formulado, utilizando a tecnologia de cimento à base de MTA e a melhoria de algumas propriedades destes tipos de cimentos, tais como qualidades físicas e manipulação. O Biodentine contém silicato tricálcico (Ca_3SiO_5), carbonato de cálcio, óxido de zircônio e de cloreto de cálcio (JITARU et al., 2016).

Ao comparar o potencial de descoloração do cimento Endosequence Bioceramic Root Repair Material Fast Set Putty (ERRM) e do ProRootMTA (PMTA), quando colocados coronalmente em dentes humanos extraídos durante um período de quatro meses, apenas o PMTA exibiu descoloração progressiva, sendo essa uma desvantagem em relação ao produto (ALSUBAIT; AL-HAIDAR; AL-SHARYAN, 2017).

A reação de endurecimento de Biodentine é semelhante ao MTA com a formação de gel de silicato de cálcio hidratado (C-S-H) e hidróxido de cálcio, porém o carbonato

de cálcio atua como um gel de nucleação-silicato hidratado, diminuindo assim a duração do período de indução, propiciando a um tempo de presa menor e melhorando a microestrutura (RAGHAVENDRA et al., 2017).

As principais indicações para o Biodentine incluem o tratamento de reabsorção dentária, perfurações radiculares, processos de polpa de nivelamento, apicificação, selamentos retrógrados e substituição da dentina (JITARU et. al., 2016).

4.1.6 Cimento BioAggregate

O cimento Innovative BioCeramix Inc. é descrito como um cimento de silicato de cálcio contendo hidrato de silicato de cálcio, hidróxido de cálcio, hidroxiapatita, sílica e óxido de tântalo. Para Jitaru et. al. (2016), o produto possui qualidades semelhantes ao cimento MTA, em termos de selamento marginal, porém com adesão superior e migração de células pulpares.

Na fase de hidratação, autores citam que o silicato de tricálcio produz hidrato de silicato de cálcio e hidróxido de cálcio, sendo que primeiro é depositado em torno dos grãos de cimento, enquanto o último reage com o dióxido de silício para formar hidrato de silicato de cálcio adicional. Isto resulta na redução de hidróxido de cálcio no cimento após envelhecimento, sendo uma de suas desvantagens (RAGHAVENDRA et al. 2017).

5 DISCUSSÃO

Sobre o contexto abordado na revisão, pode-se salientar que foi constatado que o uso do material biocerâmico, sobretudo, o MTA utilizados, corroboram para o sucesso das técnicas utilizadas (apicificação / apicigênese), cada qual seguindo seus protocolos e técnicas. Entretanto, é relevante salientar que através de exame radiográfico, no decorrer do tratamento é possível constatar, através da presença da imagem radiolúcida sobre os limites da lesão, sobretudo se o ápice está fechado e com início de formação/ desenvolvimento radicular.

Nesse sentido, mostrou ser possível constatar a presença de uma imagem radiopaca periapical compatível quando acontece o extravasamento do material biocerâmico. Portanto, é durante o acompanhamento nos meses que é possível averiguar no exame radiográfico, uma manutenção da rarefação óssea periapical difusa associada a região apical, o que corrobora com os estudos que afirmam que uma inflamação inicial e local ocorre quando o cimento encontra-se em contato com tecidos moles periapicais, condição essa inevitável em casos de rizogênese incompleta (ALBUQUERQUE, et al., 2014).

Estudos, buscaram comparar a efetividade do hidróxido de cálcio e do MTA para o tratamento da rizogênese incompleta. Dado estudo, foi composto por 34 crianças e adolescentes com idade entre 6 e 18 anos que apresentavam necrose pulpar nos incisivos permanentes, os mesmos encontravam-se imaturos e com ápice aberto. Os pacientes foram distribuídos em dois grupos de tratamento, hidróxido de cálcio e MTA. O estudo mostrou que o MTA teve uma percentagem maior de sucesso antecipado do que o hidróxido de cálcio. A formação da barreira apical com a utilização do MTA ocorreu nos primeiros 6 meses e para o hidróxido de cálcio ocorreu num período de 6 a 10, 18 meses. Deste modo o MTA, foi considerado o material de escolha em casos de rizogênese incompleta (NEVEU et al. 2011).

A apicificação com MTA oferece vantagens superiores ao método tradicional com hidróxido de cálcio Ca (OH), reduzindo o número de consultas ao tratamento, aumentando a adesão do paciente, melhorando a taxa de cicatrização e reduzindo o risco de fratura subsequente. No entanto, é importante notar que a apicificação por hidróxido de cálcio ou MTA impede completamente qualquer outro desenvolvimento radicular em termos de medidas radiográficas aumentadas do comprimento ou largura

da raiz. Assim, o dente imaturo tratado por procedimentos de apicificação mostra cicatrização da periodontite apical, mas não atinge o objetivo de desenvolvimento de raiz ou restauração do tecido de funcional da polpa (HARGREAVES et al (2013).

Também, pode-se verificar que os resultados demonstram que os procedimentos regenerativos apresentam elevadas taxas de sucesso clínico, e com benefícios biológicos como a formação de dentina nas paredes radiculares, bem como a indução de fechamento apical. E os procedimentos regenerativos com a utilização de fatores sanguíneos (vascularização) podem induzir uma reparação radicular e periapical. Uma vez que, No acompanhamento das revisões, foi possível verificar o fechamento apical, a presença de material extravasado na região periapical e a presença de uma área hipodensa, associada com a região periapical. Assim , a revisão de literatura mostrou a eficácia do material biocerâmico no tratamento regenerativo nos dentes permanentes imaturos (NAMOUR e THEIS, 2014).

Previamente, o tratamento nos casos necrose se dá através do tratamento endodôntico para evitar que ocorra disseminação bacteriana e agravamento do quadro infeccioso. (KAHLER et al. 2017, ALOBAID et al. 2014, BUKHARI et al. 2016, CEHRELI et al. 2011, CHEN et al. 2012, TORABINEJAD et al. 2017). Técnicas como a apicificação tem por objetivo a formação de barreira de tecido mineralizado na região apical de modo a servir de anteparo para a obturação do canal radicular em dentes imaturos. Contudo, alguns autores apontam para a fragilização de dentes com formação radicular incompleta e submetidos a trocas sucessivas de medicação à base de hidróxido de cálcio (BUKHARI et al. 2016, CEHRELI et al. 2011, CHEN et al. 2012, TORABINEJAD et al. 2017). Além disso, o procedimento de apicificação com trocas sucessivas de pasta à base de hidróxido de cálcio não promovem o desenvolvimento radicular, nem em comprimento nem em espessura das paredes radiculares.

Outro ponto relevante visto a partir desta revisão de literatura foi que o tratamento de regeneração pulpar somente deve ser realizado se alguns requisitos forem obedecidos: (1) o dente deve se apresentar necrosado e não estar apto para tratamentos como apicificação, pulpotomia parcial ou tratamentos que vise a obturação dos canais radiculares; (2) o dente deve ser permanente e apresentar-se imaturo com ápice aberto e exposição pulpar; (3) as paredes dentinárias devem apresentar-se finas; (4) o paciente deve possuir idade entre sete e 16 anos; (5) um anestésico sem vasoconstritor deve ser utilizado na tentativa de evitar a isquemia, ou seja, estimulando o sangramento para o interior do canal radicular; (6) uma medicação

intracanal deve ser posicionada acima do coágulo sanguíneo (GARCIA-GODOY e MURRAY,2012).

Ademais, a regeneração pulpar ocorre pela atividade das células a partir da polpa, periodonto, sistema vascular e imunitário (GARCIA-GODOY e MURRAY,2012). São necessários dois tipos celulares para o desenvolvimento radicular: odontoblastos e células epiteliais da bainha de Hertwig, presentes em sua maioria na região apical de dentes imaturos e capazes de resistir à inflamação (DHILLON et al.,2015; NAMOUR e THEIS,2014). Os tecidos periapicais de dentes imaturos são ricos em suprimento sanguíneo e contêm células estaminais (NAGY et al.,2014).

A regeneração pulpar em dentes imaturos com necrose e ausência de infecção pode levar ao crescimento de quatro diferentes tipos celulares: (1) formação acelerada de dentina levando a obliteração do canal pulpar; (2) crescimento de cemento e ligamento periodontal; (3) crescimento de 38 cemento, ligamento periodontal e osso; (4) crescimento de osso e medula óssea (ANDREASEN e BAKLAND et al.,2012; CHEN et al.,2011).

A irrigação é uma etapa importante na desinfecção de canais radiculares necrosados, na remoção de tecido orgânico e de smear layer, interferindo no sucesso do tratamento (ALCADE et al.,2014). As soluções irrigadoras desempenham um papel importante na desinfecção, devendo apresentar características como ser bactericida, bacteriostático e com efeito citotóxico mínimo sobre as células estaminais e fibroblastos, para permitir sua sobrevivência e capacidade de proliferação celular (NAMOUR e THEIS, 2014).

Em dentes com rizogênese incompleta, portadores de necrose pulpar e periodontite apical, a revascularização pulpar pode apresentar diferentes resultados: tipo I, aumento da espessura das paredes dentinária do canal radicular e continuação do desenvolvimento radicular; tipo II, continuação do desenvolvimento radicular insignificante; tipo III, continuação do desenvolvimento radicular sem fechamento do forame apical; tipo IV, canal radicular calcificado (obliterado) e tipo V, formação de barreira de tecido mineralizado entre o tampão de MTA na região cervical e ápice radicular (ALBUQUERQUE et al.,2014; CHEN et al.,2011).

Quanto em relação aos cimentos biocerâmicos, os estudos abordaram a biocompatibilidade, citotoxicidade, bioatividade, radiopacidade, pH, resistência de união, capacidade seladora e propriedades antibacterianas, além disso, a alteração de cor foi relatada em um dos cimentos. Ainda, citam que tanto os cimentos

biocerâmicos como o MTA têm diversas aplicações (DAMAS et al.,2011).

Nesse contexto é importante enfatizar que os cimentos biocerâmicos baseados em silicato de cálcio. O MTA foi o primeiro cimento que demonstrou excelência de resultados no preenchimento das cavidades retrogradadas e em capeamento pulpar (SUEBNUKARN; NGAMBOONSIRISINGH; RATTANABANLANG, 2010).

Dessa forma, ao se compararem os cimentos MTA branco, MTA cinza e MTA HP Repair, foi possível verificar a existência dos elementos oxigênio, alumínio, magnésio, silício e cálcio em todas as formulações analisadas, sendo que o oxigênio e o cálcio estiveram em concentrações elevadas, acima de 27% em todos os três produtos avaliados, o que corrobora com os achados de Asgary et al., Camilleri et al. e Song et al.

Esses dois elementos são fundamentais para o mecanismo de ação do MTA, sendo necessário que ocorra a formação de óxido de cálcio e posteriormente de hidróxido de cálcio, o que permite que esses materiais exerçam suas propriedades físico-químicas e biológicas de bioatividade e biocompatibilidade nos tecidos ósseos, dentais e periodontais, favorecendo a calcificação e induzindo a remineralização. O hidróxido de cálcio atua ainda no processo de diferenciação celular e na formação da ponte da dentina, além de ser responsável pela atividade antimicrobiana dos materiais à base de silicato tricálcio. (FIGUEREIDO et al.,2008,ARIAS-MOLIZ et al.,2017).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos selecionados nesta revisão de literatura mostram que após a realização do tratamento, é fundamental o acompanhamento do caso clínico para se verificar o sucesso. Além disso, demonstrou que os cimentos biocerâmicos reparadores apresentam importantes propriedades para uso no tratamento da terapia pulpar.

Dessa forma, o sucesso da terapia pulpar é evidenciado baseado em requisitos como, ausência de dor ou edema e resposta positiva ao teste de sensibilidade pulpar. O exame radiográfico deve demonstrar aumento do comprimento da raiz, aumento da espessura das paredes dentinária, diminuição do diâmetro apical e alteração da densidade óssea periapical .

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Kallyne Garrido de Lima. **Cimentos biocerâmicos na endodontia**. [S.l.: s.n.], 2021.

ALCADE, M.P., et al. Revascularização pulpar: considerações técnicas e implicações clínicas. **SALUSVITA**, 2014, v. 33, n. 3, p. 415-432.

ANDREASEN, J.O; BANKLAND, L.K. Pulp regeneration after non-infected and infected necrosis, what type of tissue do we want? **A review. Dent Traumatol**. Feb. 2012, v. 28, n. 1, p. 13-18.

ALBUQUERQUE, M.T.P. *et al.* Pulp revascularization: alternative treatment to the apexification of immature teeth. **RGO, Rev. Gaúcha de Odontologia**, out/dez. 2014, v. 62, n. 4, p. 401-410.

ARIAS-MOLIZ MT, Farrugia C, Lung CYK, Wismayer PS, Camilleri J. Antimicrobial and biological activity of leachate from light curable pulp capping materials. **J Dent**. 2017 Sep;64:45-51 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2017.06.006> PMID:28645637. » <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2017.06.006>

ALSUBAIT, S.; AL-HAIDAR, S.; AL-SHARYAN, N. A comparison of the discoloration potential for EndoSequence bioceramic root repair material fast set putty and ProRoot MTA in human teeth: an in vitro study. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v.29, n.1, p.59-67, 2017.

BIDAR, Maryam et al. Effect of the smear layer on apical seals produced by two calcium silicate-based endodontic sealers. **Journal of oral 21cience**, v.56, n.3, p.215-219, 2014.

BUKHARI, S; KOHLI, MR; SETZER, F; KARABUCAK, B. Outcome of Revascularization Procedure: A Retrospective Case Series. **Journal of Endodontics**, v. 42, n. 12, p. 1752-1759, 2016.

CAMILLERI, Josette. The chemical composition of mineral trioxide aggregate. *Journal of conservative dentistry: JCD*, v.11, n.4, p.141, 2008.

CHENG, Lijia et al. Osteoinduction of hydroxyapatite/ β -tricalcium phosphate bioceramics in mice with a fractured fibula. **Acta biomaterialia**, v.6, n.4, p.1569-1574, 2010.

DAMAS, Beth Ann et al. Cytotoxicity comparison of mineral trioxide aggregates and EndoSequence bioceramic root repair materials. **Journal of endodontics**, v.37, n.3, p. 372-375, 2011.

FIGUEIREDO, JAP, Botteselle BV, Ritter DD, Cogo DM, Parlow IF, Mileski JS, et al. Avaliação da radiopacidade do cimento Portland comparado ao cimento MTA. **ROBRAC**. 2008;17(43):39-45.

GARCIA-GODOY, F.; MURRAY, P.E. Recommendations for using regenerative endodontic procedures in permanent immature traumatized teeth. **Dent Traumatol**, 2012, v. 28, p. 33-41.

GRITTI, G. C., Cavalcante, S. I. A., Maia-Filho, E. M., Bauer, J., Bandeca, M. C., Gavini, G., & Carvalho, C. N. (2017). Effect of rewetting solutions on micropush-out dentin bond strength of new bioceramic endodontic material. **Brazilian Oral Research**, 31.

JACOBOVITZ, M.; PAPPEN, F., LIMA, R. Obturação com MTA associada à cirurgia parestodôntica no retratamento de reabsorção radicular apical externa – relato de caso. **RSBO**, v.6 n.2. 2009.

JITARU, Stefan et al. The use of bioceramics in endodontics-literature review. **Clujul medical**, v.89, n.4, p.470, 2016.

KAHLER, B; ROSSI-FEDELE, G; CHUGAL, N; LIN, LM. An Evidence-based Review of the Efficacy of Treatment Approaches for Immature Permanent Teeth with Pulp Necrosis. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 7, p. 1052-1057, 2017.

KIM, SG; MALEK, M; SIGURDSSON, A; LIN, LM; KAHLER, B. Regenerative endodontics: a comprehensive review. **International Endodontic Journal**, v. 51, n. 12, p. 1367-1388, 2018.

KAHLER, B; ROSSI-FEDELE, G; CHUGAL, N; LIN, LM. An Evidence-based Review of the Efficacy of Treatment Approaches for Immature Permanent Teeth with Pulp Necrosis. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 7, p. 1052-1057, 2017.

KIM, SG; MALEK, M; SIGURDSSON, A; LIN, LM; KAHLER, B. Regenerative endodontics: a comprehensive review. **International Endodontic Journal**, v. 51, n. 12, p. 1367-1388, 2018.

HARGREAVES, K.M; DIOGENES, A; TEIXEIRA; FB. Paradigm lost: a perspective on the design and interpretation of regenerative endodontic **Research. J Endod**, 2014, v. 40, p. 65-69.

MIRANDA CANDEIRO, George Táccio de 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.

NADIN G, Goel BR, Yeung CA, Glennly AM. Pulp treatment for extensive decay in primary teeth. **Cochrane Database Syst Rev**. 2003;(1):CD003220. Review. PMID:12535462.

NAGY, M. M; TAWFIK, H. E; HASHEM, A. A. R; ABU-SEIDA, A. M. Regenerative potencial of immature permanent teeth with necrotic pulps after diferente regenerative **protocols. JOE**, 2014, v. 40, n. 2, p. 192-198.

NAMOUR, M; THEIS, S. Pulp revascularization of immature permanent teeth: a review

of the literature and a proposal of a new clinical protocol. **Scientific World Journal**, 2014.

RAGHAVENDRA, Srinidhi Surya et al. Bioceramics in endodontics—a review. **Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry**, v.51, n.3, Suppl 1, p.S128, 2017.

RUPAREL, Nikita B. et al. Direct effect of endodontic sealers on trigeminal neuronal activity. **Journal of endodontics**, v.40, n.5, p.683-687, 2014.

SANZ, José Luis et al. Bioactivity of bioceramic materials used in the dentin-pulp complex therapy: A systematic review. **Materials**, v.12, n.7, p.1015, 2019.

SHI, Shuang et al. Apical sealing ability of bioceramic paste and mineral trioxide aggregate retrofillings: a dye leakage study. **Iranian endodontic 22cienc**, v.10, n.2, p.99, 2015.

SHOKOUHINEJAD, Noushin et al. Push-out bond strength of gutta-percha with a new bioceramic sealer in the presence or absence of smear layer. **Australian Endodontic Journal**, v.39, n.3, p.102-106, 2013.

SILVA, Maloni Correa Alves; MELO, Maria Aparecida Nery de; SALOMÃO, Marcos Botelho. CIMENTOS BIOCERÂMICOS NA ENDODONTIA: REVISÃO DE LITERATURA. **Revista Cathedral**, v.2, n.3, p.123-131, 2020.

SILVA, Douglas Ferreira da et al. Cimentos biocerâmicos em endodontia: revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v.9, n.8, p.e882986439-e882986439, 2020.

SUEBNUKARN, Siriwan; NGAMBOONSIRISINGH, Sureeporn; RATTANABANLANG, Angwara. A systematic evaluation of the quality of meta-analyses in endodontics. **Journal of Endodontics**, v.36, n.4, p.602-608, 2010.

TORABINEJAD, M; NOSRAT, A; VERMA, P; UDOCHUKWU, O. Regenerative Endodontic Treatment or Mineral Trioxide Aggregate Apical Plug in Teeth with Necrotic Pulp and Open Apices: **A Systematic Review and Meta-analysis**. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 11, p. 1806-1820, 2017.

WERLANG, Augusto César et al. Avaliação da radiopacidade de quatro cimentos endodônticos. **Journal of Oral Investigations**, v.4, n.2, p.11-17, 2016.

YILMAZ, H. G.; KALENDER, A.; CENGIZ, E. Use of mineral trioxide aggregate in the treatment of invasive cervical resorption: case report. **Journal of Endodontics**, 36 (1). 2009.

ZOUFAN, Keivan et al. Cytotoxicity evaluation of Gutta flow and endo sequence BC sealers. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v.112, n.5, p.657-661, 2011.