

A APICIFICAÇÃO COMO TRATAMENTO DE DENTES COM NECROSE PULPAR E RIZOGÊNESE INCOMPLETA - REVISÃO DE LITERATURA

APICIFICATION AS A TREATMENT OF TEETH WITH PULP NECROSIS AND INCOMPLETE RHIZOGENESIS - LITERATURE REVIEW

Fernanda Guerra Rodrigues¹ – ORCID ID 0009-0000-8928-246X

Gabriela Galuppo Valadares¹ – ORCID ID 0009-0004-4212-3989

Gabrielle de Alcântara Almeida¹ – ORCID ID 0009-0003-5472-2666

Laura Guimarães da Fonseca Dias¹ – ORCID ID 0009-0004-3262-742X

Wivian Loren Andrade Barbosa¹ – ORCID ID 0009-0004-6754-8190

Gustavo de Cristofaro Almeida¹ – ORCID ID 0000-0001-5129-5919

¹ Centro Universitário Newton Paiva, Belo Horizonte, MG, Brasil

gustavo.almeida@newtonpaiva.br

RESUMO

O tratamento endodôntico em dentes com necrose pulpar e rizogênese incompleta constitui em um desafio clínico para a realização de tratamentos convencionais e necessita de uma atenção especial, visto que algumas características que envolvem esta condição podem dificultar o tratamento, especialmente por estes dentes não apresentarem o fechamento apical completo da raiz. Existem diferentes estratégias terapêuticas para o manejo desses dentes, sendo a apicificação descrita como um dos principais métodos para este fim há mais de 40 anos. O presente estudo tem como objetivo, por meio de uma revisão de literatura, avaliar os materiais mais utilizados para o tratamento endodôntico em dentes com rizogênese incompleta, destacando o MTA como material de escolha, assim como, a descrição de como é feita a técnica e quais são as soluções irrigadoras mais utilizadas. Foi realizada uma busca em bases de dados internacionais (PubMed), e foram avaliados artigos publicados nos últimos 10 anos a partir da utilização dos termos “apicificação”, “biomateriais endodônticos” e “rizogênese incompleta”. A partir dessa busca, foram selecionados os artigos que melhor se enquadravam no tema, e o presente trabalho foi construído a partir de análise crítica e construtiva acerca do tema. Sendo assim, foi possível concluir que na técnica de apicificação o MTA apresenta resultados semelhantes ao hidróxido de cálcio. Apesar disso, ele se destaca por ser realizado em uma quantidade menor de sessões e possuir mais estudos a respeito das suas propriedades que os biomateriais recentes, tornando-se a escolha mais adequada para o tratamento. Além disso, a instrumentação endodôntica é importante para o preparo biomecânico do canal, e as soluções irrigadoras são fundamentais para a desinfecção primária, devendo possuir efeito bactericida e bacteriostático sendo o hipoclorito de sódio a solução mais indicada para desinfecção dos canais.

Palavras-chave: Apicificação. Biomateriais Endodônticos. Cimento Endodôntico Biocerâmico. Rizogênese Incompleta. MTA.

ABSTRACT

Endodontic treatment in teeth with pulp necrosis and incomplete rhizogenesis constitutes a clinical challenge for conventional treatments and needs special attention, since some characteristics involving this condition can make treatment difficult, especially because these teeth do not present closure. complete apex of the root. There are different therapeutic strategies for managing these teeth, with apexification being described as one of the main methods for this purpose for over 40 years. The present study aims, through a literature review, to evaluate the most used materials for endodontic treatment in teeth with incomplete rhizogenesis, highlighting MTA as the material of choice, as well as the description of how the technique is performed and what are the most used irrigation solutions. A search was carried out in international databases (PubMed), and articles published in the last 10 years were evaluated using the terms "apexification", "endodontic biomaterials" and "incomplete rhizogenesis". From this search, the articles that best fit the theme were selected, and the present work was built from a critical and constructive analysis of the theme. Therefore, it was possible to conclude that in the apexification technique, MTA presents similar results to calcium hydroxide. Despite this, it stands out for being performed in a smaller number of sessions and having more studies about its properties than recent biomaterials, making it the most appropriate choice for treatment. In addition, endodontic instrumentation is important for the biomechanical preparation of the canal, and irrigating solutions are essential for primary disinfection, and must have a bactericidal and bacteriostatic effect, with sodium hypochlorite being the most suitable solution for canal disinfection.

Key words: Apexification. Endodontic Biomaterials. Bioceramic Endodontic Cement. Incomplete Rhizogenesis. MTA.

INTRODUÇÃO

A necrose pulpar em dentes imaturos acontece principalmente devido a fatores como o desenvolvimento de lesões cariosas, lesões traumáticas e anomalias congênitas, como por exemplo, *dens invaginatus*. Uma vez que essas condições acometam o dente sem a completa formação da raiz, a maturação e fechamento do ápice dental podem ser comprometidos¹. Como consequência da necrose pulpar em pacientes jovens, a formação de dentina radicular pode ser paralisada e, devido a isso, a porção radicular pode ficar curta, com paredes finas e frágeis, facilitando a contaminação e aumentando o risco de fratura cervical. Esses fatores combinados fazem com que a terapia endodôntica se torne um processo desafiador^{2,3}.

Leva cerca de 3 a 5 anos para um dente imaturo atingir sua maturação. Nessa fase, se houver pulpíte ou necrose, fica inviável realizar o tratamento endodôntico convencional, já que o elemento em questão não pode atender aos requisitos de infecção isolada, o que afetará a retenção e posterior restauração do dente.² Entre os possíveis tratamentos para esse tipo de caso, está a apicificação, que é um procedimento que consiste na formação de uma barreira calcificada na zona apical da raiz incompleta em que a polpa é diagnosticada como necrótica. A técnica envolve aplicação de algum biomaterial no interior do canal para induzir a calcificação e seu posterior fechamento¹. O presente estudo tem como objetivo, por meio de uma revisão de literatura, avaliar os materiais mais utilizados para o tratamento endodôntico em dentes com rizogênese

incompleta, destacando o MTA como material de escolha, assim como, a descrição de como é feita a técnica e quais são as soluções irrigadoras mais utilizadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A presente revisão de literatura foi construída como um trabalho qualitativo, por uma pesquisa bibliográfica segundo às normas da ABNT. Dessa forma, submetemos os seguintes descritores “Apicificação”, “Biomateriais Endodônticos”, “Cimento Endodôntico Biocerâmico”, “Rizogênese Incompleta” e “MTA” às plataformas eletrônicas: Scielo, Pubmed e Google Acadêmico. A partir dos artigos encontrados, a busca foi refinada através de uma análise direcionada para artigos dentro do período de até 10 anos e foram encontrados. De acordo com a demanda do presente trabalho, pesquisas foram conduzidas ao longo da leitura completa desses artigos, e foram encontradas citações que nos levaram à novos artigos relacionados ao tema escolhido e que se enquadrava com nossos objetivos, e por fim foram selecionados mais 26 artigos para a construção do trabalho.

REVISÃO DE LITERATURA

A cárie dental é a doença crônica mais prevalente do mundo. É multifatorial, mediada pela interação do biofilme, superfície dentária, açúcares, além da influência da saliva e genética. As bactérias orais (principalmente *Streptococcus mutans*) produzem um ácido no biofilme onde estão aderidas, depois que certos alimentos são consumidos, principalmente aqueles que contêm sacarose. Na presença do açúcar, essas bactérias criam um ambiente ácido que desenvolve uma matriz complexa de biofilme, causa

desmineralização e traz danos à superfície dentária^{4,5}.

A literatura mostra que uma dieta com alta ingestão de açúcar é a principal causa de cárie em todas as idades. No Brasil, desde muito cedo a criança passa a consumir alimentos e bebidas com grandes quantidades de sacarose, o que implica em má qualidade da saúde bucal. A cárie dental causa dor, prejudica a função e tem um impacto emocional e social no bem-estar da criança⁵. Outro ponto importante envolve fatores socioeconômicos, que também estão associados a um maior risco da prevalência da doença cárie, bem como nível de educação e tamanho familiar. Assim, pessoas em situação de pobreza também têm uma maior predisposição à doença devido a hábitos alimentares e de higiene deficientes, incluindo a frequência de escovação e os conhecimentos sobre saúde bucal. Em países subdesenvolvidos, a área urbana industrializada é onde existe a prevalência de cárie^{6,7}.

Em consequência disso, diversos tipos de tratamentos e intervenções precisam ser realizados em crianças que desenvolvem a doença cárie, como restaurações, tratamento de canal e até mesmo exodontia em casos mais extremos. Isto ocorre principalmente após a erupção dos primeiros molares permanentes, uma vez que a superfície oclusal torna-se um importante local de predileção para o desenvolvimento de lesões de cárie, sendo um dos locais mais frequentemente restaurados⁸.

Os traumas dentários são situações comuns encontradas em consultórios odontopediátricos, principalmente nos casos de dentes permanentes com rizogênese incompleta. Refletindo sobre essas questões, o tratamento de dentes

com rizogênese incompleta pode ser um grande desafio para os cirurgiões-dentistas, mas, o aumento de opções disponíveis aumenta as chances de sucesso⁹.

Além disso, a incidência de traumatismo dental em crianças e adolescentes é muito alta e, geralmente, está relacionada a práticas esportivas, acidentes de trânsito e descuidos durante as brincadeiras. Ainda nesse contexto, é importante destacar que dentes permanentes recém-erupcionados podem levar aproximadamente 3 anos para completar a rizogênese, portanto, a perda precoce destes elementos pode causar sérios prejuízos, como a diminuição do espaço interdental, perda da altura óssea alveolar, dificuldades na fonação e estética comprometida¹⁰.

Diante disso, existem várias técnicas que visam evitar a perda de elementos permanentes e seus possíveis efeitos colaterais. Entre essas, podemos destacar a apicificação com Hidróxido de Cálcio ou MTA, a Revascularização e a Regeneração Pulpal. Com essas opções de tratamento, é possível aumentar as chances de sucesso no tratamento e manutenção do elemento¹¹.

Dentes com rizogênese incompleta são caracterizados por um ápice radicular sem sua formação completa e não revestido por cimento, o que se manifesta radiograficamente pela extremidade da raiz aberta. Esta condição é geralmente identificada no estágio oito ou nove de Nolla, com dois terços de raiz completamente formado, mas o ápice ainda inacabado. As paredes dentinárias apresentam-se delgadas, paralelas ou divergentes, e o canal tem a forma de cone com a base maior voltada para o ápice. O

forame apical também tem um diâmetro maior e é caracterizado pela ausência de fechamento apical. Além disso, a camada parietal de nervos (plexo de Raschkow) também não está completamente desenvolvida e a polpa ainda está pouco innervada, não sendo capaz de responder aos estímulos como de costume¹².

A causa deste tipo de desenvolvimento incompleto da raiz deve-se à interrupção da diferenciação celular da bainha epitelial de Hertwing, que, quando exposta a certos estímulos, como um trauma por exemplo, pode parar de depositar minerais, impossibilitando a maturação da raiz¹³. A erupção total da raiz também pode ser interrompida, o que afeta as fibras do ligamento periodontal. Para que se possa confirmar a presença de rizogênese incompleta, é necessária a realização de um exame radiográfico, especialmente o periapical, que proporciona uma melhor visualização^{13, 14}.

A perda da vitalidade dental pode ser desencadeada devido ao envolvimento pulpar e, ao acometer dentes permanentes imaturos, afeta diretamente o desenvolvimento radicular, resultando em raízes curtas com paredes muito finas, gerando maior risco de fratura e dificultando assim o tratamento convencional dos canais radiculares¹⁵.

Dentre as técnicas descritas na literatura que podem ser executadas em dentes permanentes que não foram totalmente desenvolvidos e necessitam de tratamento endodôntico, está a apicificação. Esse procedimento induz a formação de uma barreira calcificada na região apical de uma raiz que não foi inteiramente formada quando o diagnóstico da polpa é de necrose pulpar.¹⁶

Podem ser utilizado diversos materiais para induzir a barreira calcificada incluindo o hidróxido de cálcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Esse material é bastante utilizado como medicação intracanal e para a indução de tecido mineralizado, devido seu potencial para formar uma barreira de dentina secundária, ao eliminar a infecção intracanal e estimular a deposição de tecido mineralizado. Esse material tem propriedades antibacterianas de maneira que, ao liberar íons hidroxila, danificam as bactérias, por serem altamente reativos e oxidantes. Já a barreira mineralizada acontece pela liberação dos íons Ca^{+} , que estimulam a enzima pirofosfatase, facilitando os mecanismos de reparo¹⁷.

No desenvolvimento de uma barreira apical no canal radicular, já foi reportado um ganho de até 5mm na espessura radicular. Para isso, são necessárias várias sessões para a troca do material no interior do canal com o objetivo de obtenção da barreira apical, algo em torno de 6 a 24 meses. Após a formação da barreira apical calcificada, o canal radicular pode ser obturado por técnicas convencionais¹⁸. A apicificação necessita de um preparo biomecânico do canal, em seguida uma medicação intracanal é inserida para estimular a cicatrização e a formação de uma barreira apical. É essencial o desenvolvimento de uma barreira no ápice, e para a execução da obturação é necessário manter o material obturador confinado no interior do conduto, sem excessos e vazios²³.

O hidróxido de cálcio foi o material de escolha para esse tipo de procedimento por muitos anos, e desde então vem sendo utilizado com grande sucesso para o fechamento de canais imaturos com o ápice aberto. Sua eficácia tem sido demonstrada a partir de vários estudos, em

que mostram que a taxa de sucesso desse procedimento utilizando esse material é de 74 a 100%. Isso se dá devido sua fácil disponibilidade, facilidade de uso e seu relativo baixo custo. Porém, esse procedimento tem algumas inconveniências, tais como, o tratamento demorado, possibilidade de recontaminação do canal durante a troca do material e risco de fraturas radiculares¹⁸.

Ademais, é relatado que muitos problemas relacionados à apicificação ao utilizar o hidróxido de cálcio como material ocorre em razão de falhas no acompanhamento do paciente em decorrência do longo tempo de tratamento, já que o paciente precisa comparecer várias vezes para avaliar a evolução e a necessidade de troca da medicação¹⁹.

Um material foi introduzido mais recentemente, em 1993, denominado MTA (agregado trióxido mineral). Este foi o primeiro material biocerâmico utilizado com sucesso na endodontia, desenvolvido à base de cimento Portland, na Loma Linda University – Califórnia. Foi desenvolvido como material obturador retrógrado e para selamento de perfurações^{19,20}.

É importante ressaltar que a reação de presa do MTA é por hidratação, obtendo-se silicato de cálcio hidratado e hidróxido de cálcio que é liberado com o tempo. Tem ação antibacteriana, pH extremamente alcalino e um mecanismo de ação semelhante ao do hidróxido de cálcio, por liberar íons cálcio que formam a hidroxiapatita em contato com os íons de fosfato presentes no organismo. Esse material apresenta grande biocompatibilidade e não promove inflamação tecidual significativa. Além disso, possui boa capacidade de selamento

e permite o processo de cicatrização em diversas situações, induzindo a deposição de tecido dentário, cimento e/ou ósseo^{16,20}.

A técnica utilizada para apicificação do canal com a introdução de MTA se dá através da realização de um *plug* apical. Nesta técnica, realiza-se uma primeira visita para acessar o canal, irrigar com NaOCl e colocar pasta de hidróxido de cálcio por uma semana. Na próxima sessão, a pasta é enxaguada e o canal é seco com pontas de papel. Após a mistura, o MTA é aplicado com um carreador na parte apical do canal e levemente condensado até formar um tampão de 3 a 4 mm. Um chumaço de algodão úmido é então colocado no canal para ajudar com o endurecimento do material, e o dente é fechado com um material de restauração temporária. Após 72h, o MTA estará totalmente endurecido, e uma obturação de guta-percha e cimento pode ser feita para o restante do canal²².

Diferente do hidróxido de cálcio, essa técnica tem uma vantagem devido ao tempo de tratamento significativamente menor, em que, na maioria das vezes é necessário somente uma consulta para o procedimento e outra para o controle da presa do material e preenchimento do restante do canal. O MTA também apresenta algumas desvantagens e dentre elas estão o alto do material, a necessidade de colocação do material em uma ampla área aberta, sendo uma tarefa bastante desafiadora; o risco de extrusão para os tecidos apicais e, principalmente, sua difícil manipulação. Apesar disso, a apicificação com estes materiais têm taxas de sucesso clínico e radiográfico semelhantes e são capazes de induzir a formação de uma barreira apical^{19,21}.

Uma outra opção de material biocerâmico é o Biodentine, um material que tem como base silicato de cálcio e tem sido bastante defendido nos últimos tempos na endodontia, especialmente em casos de apicificação, uma vez que, ao ser projetado teve o objetivo, especificamente, de se tornar um material de “substituição de dentina”. Os estudos mostram que a sua biocompatibilidade se assemelha com a do MTA. As principais indicações do Biodentine incluem o tratamento de reabsorções, perfurações radiculares, procedimentos de capeamento pulpar, apicificação, obturações retrógradas e substituição de dentina.¹⁸ Apesar disso, esses materiais são recentes e não apresentam tantos estudos científicos quando o Hidróxido de Cálcio e MTA, que estão a mais tempo no mercado e, portanto, já foram mais discutidos. Contudo, mais estudos são necessários para comparar estes biomateriais na indução da apicificação e avaliar qual desempenha melhor essa função^{15,18,19,20}.

Durante um tratamento endodôntico convencional, a limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares ocorre por meio de debridamento químico-mecânico, com limas manuais e mecanizadas, além de irrigação com uma solução bactericida. Entretanto, no tratamento de dentes com rizogênese incompleta, o uso de limas para instrumentação endodôntica é evitado ou reduzido para que as raízes não se tornem ainda mais frágeis.²⁴ Dessa forma, as soluções irrigadoras utilizadas nesse processo são fundamentais para a desinfecção primária, tendo que possuir máximo efeito bactericida e bacteriostático e mínimo efeito citotóxico sobre as células estaminais e sobre os fibroblastos, para que possam sobreviver e continuar com a

capacidade de proliferação. No entanto, a escolha adequada das soluções irrigadoras é importante para o sucesso da terapia regenerativa, como por exemplo o Hipoclorito de Sódio (NaOCl), que é solução mais indicada para a desinfecção dos canais e pode ser utilizado nas concentrações de 0,5% a 6%, devido ao amplo espectro de ação antimicrobiana contra os principais patógenos endodônticos e à sua capacidade de dissolução tecidual²⁵.

A revascularização pulpar é considerada uma alternativa de tratamento na qual utiliza-se de uma técnica que permite dar continuidade ao desenvolvimento radicular. A descontaminação do canal seguida de irrigação do mesmo e inserção de medicação intracanal irá provocar um sangramento local, formando um coágulo que dará origem a um novo tecido²⁶.

Esse procedimento odontológico de revascularização pulpar possui o objetivo de reestabelecer a vitalidade pulpar em dentes que já passaram pelo processo de necrose. A intervenção tem a finalidade de eliminação de sintomas e reparo de lesões, é possível ainda tornar mais rápido e confortável o tratamento. No processo de revascularização usa-se uma alternativa para fechamento apical e o término do desenvolvimento radicular em menor tempo e maior chance de sucesso²⁷.

CONCLUSÃO

Este estudo aborda apicificação como tratamento de dentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar, destacando os principais fatores que levam a necrose, como a doença cárie e o trauma dental, e as intervenções necessárias para tratá-los. A rizogênese incompleta é

caracterizada pelo não desenvolvimento completo da raiz do dente, o que pode ser causado por uma interrupção da diferenciação celular da bainha epitelial de Hertwing.

Foi discutido, principalmente, a utilização de dois materiais na endodontia: hidróxido de cálcio e agregado trióxido mineral (MTA). Ambos são utilizados para induzir a formação de uma barreira apical em dentes permanentes imaturos que necessitam de tratamento endodôntico. O hidróxido de cálcio tem sido utilizado por muitos anos devido à sua fácil disponibilidade, facilidade de uso e baixo custo, mas possui algumas inconveniências, como o tratamento demorado e o risco de fraturas radiculares. Já o MTA é um material mais recente, desenvolvido à base de cimento Portland, que apresenta grande biocompatibilidade e possui um menor tempo de tratamento. Apesar das diferenças, ambos os materiais têm taxas de sucesso clínico e radiográfico semelhantes e são capazes de induzir a formação de uma barreira apical.

O Biodentine e outros cimentos biocerâmicos são mais alguns exemplos de materiais utilizados na apicificação e apresentam características semelhantes ao MTA, mas com vantagens como a propriedade do Biodentine que funciona como "substituição de dentina", porém esses materiais são recentes e não apresentam tantos estudos científicos quando o Hidróxido de Cálcio e MTA.

Além disso, a instrumentação endodôntica é importante para o preparo biomecânico do canal, e as soluções irrigadoras são fundamentais para a desinfecção primária, devendo possuir efeito bactericida e bacteriostático sendo o

hipoclorito de sódio a solução mais indicada para desinfecção dos canais.

Com isso, foi possível concluir que na técnica de apicificação o MTA apresenta resultados semelhantes ao hidróxido de cálcio. Porém, ele se destaca por ser realizado em uma quantidade menor de sessões e possuir mais estudos a respeito das suas propriedades que os biomateriais recentes, tornando-se a escolha mais adequada para o tratamento.

REFERÊNCIAS

1. Fouad, A. F. Contemporary Microbial and Antimicrobial Considerations in Regenerative Endodontic Therapy. **J Endod**, v. 48, set. 2020.
2. Xie Y, Lu F, Hong Y, He J, Lin Y. Revascularisation versus apexification for treatment of immature teeth based on periapical healing and root development: A systematic review and meta-analysis. **Eur J Paediatr Dent**. 2021 Sep;22(3):207-214.
3. de Sá MA, Nunes E, de Souza Gruppioni Côrtes MI, Silveira FF. A Short Time Period in the Treatment of an Open Apice Intruded Tooth: An 8-year Follow-up. **Int J Clin Pediatr Dent**. 2019 Mar-Apr;12(2):160-163.
4. Splieth CH, Banerjee A, Bottenberg P, Breschi L, Campus G, Ekstrand KR, et al. How to Intervene in the Caries Process in Children: A Joint ORCA and EFCD Expert Delphi Consensus Statement. **Caries Res**. 2020;54(4):297-305. doi: 10.1159/000507692. **Epub** 2020 Jul 1.
5. Feldens CA, Pinheiro LL, Cury JA, Mendonça F, Groisman M, Costa RAH, et al. Added Sugar and Oral Health: A Position Paper of the Brazilian Academy of Dentistry. **Front Oral Health**. 2022 Apr 6;3:869112.
6. Calderón Larrañaga S, Expósito Ruiz M, Cruz Vela P, Cuadrado Conde A, Alquézar Villarroja L, et al. Atención Primaria y promoción de la salud bucodental: evaluación de una intervención educativa en población infantil [Primary Care and oral health promotion: Assessment of an educational intervention in school children]. **Aten Primaria**. 2019 Aug-Sep;51(7):416-423. Spanish.
7. Elamin A, Garemo M, Gardner A. Dental caries and their association with socioeconomic characteristics, oral hygiene practices and eating habits among preschool children in Abu Dhabi, United Arab Emirates - the NOPLAS project. **BMC Oral Health**. 2018 Jun 8;18(1):104.
8. Carvalho JC, Dige I, Machiulskiene V, Qvist V, Bakhshandeh A, Fatturi-Parolo C, Maltz M. Occlusal Caries: Biological Approach for Its Diagnosis and Management. **Caries Res**. 2016;50(6):527-542.
9. Bendoraitiene E, Zemgulyte S, Borisovaite M. Reasonable Outcome of Avulsed Permanent Upper Incisor after Seven Years Follow-Up Period: a Case Report. **J Oral Maxillofac Res**. 2017 Dec 31;8(4):e6.
10. Bonte E, Beslot A, Boukpepsi T, Lasfargues JJ. MTA versus Ca(OH)₂ in apexification of non-vital immature permanent teeth: a randomized clinical trial comparison. **Clin Oral Investig**. 2015 Jul;19(6):1381-8.
11. Souza MA, Barbizam JV, Cecchin D, Scarparo RK. Agregado trióxido mineral como material de selamento apical em dentes com rizogênese incompleta: uma série de casos. **Rev Odonto Ciência**. 2011;26:262-6.

12. Borin-Moura L, Azambuja-Carvalho P, Daer-de-Faria G, Barros-Gonçalves L, Kirst-Post L, Braga-Xavier C. A 10-year retrospective study of dental trauma in permanent dentition. **Rev Esp Cirug Oral Maxilof.** 2018 Apr 1;40(2):65-70.
13. Guerrero F, Mendoza A, Ribas D, Aspiazu K. Apexification: A systematic review. **J Conserv Dent.** 2018 Sep-Oct;21(5):462-465.
14. Tonelli SQ, Pereira RD, Brito-Júnior M, Silveira FF. Apicificação em dente desvitalizado com rizogênese incompleta, associando hidróxido de cálcio e agregado trióxido mineral: relato de caso. **Dent. press endod.** 2019;89-93.
15. Staffoli S, Plotino G, Nunez Torrijos BG, Grande NM, Bossù M, Gambarini G, Polimeni A. Regenerative Endodontic Procedures Using Contemporary Endodontic Materials. **Materials (Basel).** 2019 Mar 19;12(6):908.
16. Boufdil H, Mtalsi M, El Arabi S, Bousfiha B. Apexification with Calcium Hydroxide vs. Revascularization. **Case Rep Dent.** 2020 May 27;2020:9861609.
17. Lin JC, Lu JX, Zeng Q, Zhao W, Li WQ, Ling JQ. Comparison of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide for apexification of immature permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. **J Formos Med Assoc.** 2016 Jul;115(7):523-30.
18. Jitaru S, Hodisan I, Timis L, Lucian A, Bud M. The use of bioceramics in endodontics - literature review. **Clujul Med.** 2016;89(4):470-473.
19. Staffoli S, Plotino G, Nunez Torrijos BG, Grande NM, Bossù M, Gambarini G, Polimeni A. Regenerative Endodontic Procedures Using Contemporary Endodontic Materials. **Materials (Basel).** 2019 Mar 19;12(6):908.
20. Ghasemi N, Janani M, Razi T, Atharmoghaddam F. Effect of different mixing and placement methods on the quality of MTA apical plug in simulated apexification model. **J Clin Exp Dent.** 2017 Mar 1;9(3):e351-e355.
21. Costa DP, Almeida LN, Azevedo LR, Alves JD. Endodontia Regenerativa em dentes permanentes com rizogênese incompleta. **Arch Health Invest.** 2021;10(2):228-35.
22. Fernandes KG, Seki NM, Moreti LC, Simonato LE, Cruz MC, Boer NC. Regeneração endodôntica em dente permanente jovem portador de necrose pulpar e rizogênese incompleta: relato de caso clínico. **Arch Health Invest.** 2017 Aug 12;6(7).
23. Xavier MC, Endo MS, Souza LE, Pavan NN. Revascularização pulpar: relato de caso. **Arch Health Invest.** 2018;7.
24. Alcade MP, Guimarães BM, Fernandes SL, Silva PA, Bramante CM, Vivan RR. Revascularização pulpar: considerações técnicas e implicações clínicas. **Salusvita.** 2014;33(3):415-32.