

APICIFICAÇÃO COMO OPÇÃO TERAPEUTICA EM DENTES COM RIZOGENESE INCOMPLETA

AUTORES

Agatha Sendy Estevão FERREIRA

Discente da União das Faculdades dos Grandes Lagos – UNILAGO

Jessica de Almeida COELHO

Docente da União das Faculdades dos Grandes Lagos – UNILAGO

RESUMO

O traumatismo dentário durante o desenvolvimento da dentição pode resultar em necrose pulpar e levar a uma perda prematura dos dentes permanentes, o que pode comprometer a dentição. Dentes com ápices imaturos apresentam desafios na terapia endodôntica durante a limpeza e modelagem dos canais; na obturação e possibilidade de fraturas radiculares devido a paredes finas e/ou enfraquecidas da raiz. O conceito de apicificação consiste na aplicação de pasta de hidróxido de cálcio em dentes imaturos com rizogênese incompleta, com o objetivo de induzir o fechamento do ápice. Dessa forma, tem-se que o trauma em dentes permanentes jovens pode produzir consequências como a necrose pulpar. Quando a necrose pulpar está ligada a rizogênese incompleta há a necessidade de induzir o término da formação radicular com a finalidade de se criar uma barreira com tecido mineralizado através da técnica de apicificação. Embora existam divergências entre alguns autores quanto a fatores como intervalos de trocas, tempo médio para ocorrer a apicificação, é sabido que o hidróxido de cálcio e o MTA são substâncias altamente eficientes com mostrando resultados clínicos e radiográficos exitosos.

PALAVRAS - CHAVE

Apicificação. Trauma dentário. Endodontia.

1. INTRODUÇÃO

A endodontia é a especialidade da Odontologia que estuda a morfologia, a fisiologia e a patologia da polpa dental e dos tecidos perirradiculares. Envolve a biologia da polpa normal, a etiologia, o diagnóstico, a prevenção e o tratamento das doenças e injúrias da polpa e das condições perirradiculares associadas. Um dos objetivos da endodontia é manter a dentição em estado fisiologicamente funcional para a manutenção da saúde bucal e sistêmica do indivíduo (SIQUEIRA, 2001).

O traumatismo dentário durante o desenvolvimento da dentição pode resultar em necrose pulpar e levar a uma perda prematura dos dentes permanentes, o que pode comprometer a dentição. Dentes com ápices imaturos apresentam desafios na terapia endodôntica durante a limpeza e modelagem dos canais; na obturação e possibilidade de fraturas radiculares devido a paredes finas e/ou enfraquecidas da raiz (LAW, 2013).

Quando um dente jovem em processo de apicigênese (formação radicular) sofre um trauma, a formação de dentina é interrompida, levando a casos que, quando não tratados, permanecem com o ápice aberto. Nestes casos, o dente sofre necrose pulpar e o tratamento endodôntico fica dificultado devido à anatomia do canal radicular. O traumatismo dentário é a causa mais frequente de necrose em dente anterior permanente imaturo (FELIPPE; FELIPPE; ROCHA, 2006).

O trauma na dentição em desenvolvimento, quando resulta em necrose pulpar e formação radicular incompleta, pode levar a uma perda prematura de dentes permanentes, comprometendo a dentição (MAJORANA et. al., 2022). Um dos protocolos sugeridos para o tratamento endodôntico de dentes com rizogênese incompleta consiste na utilização do hidróxido de cálcio em procedimentos de apicificação (ANDREASEN; FARIK; MINKISGAARD, 2002).

O hidróxido de cálcio tem sido o material de escolha para a apicificação e seu uso se tornou padrão, pois é um material de baixo custo, de fácil manuseio e tem demonstrado grande sucesso tornando-se uma boa alternativa aos procedimentos cirúrgicos. Este material exerce um papel de extrema importância na terapia do complexo dentinopulpar e periodonto apical, em virtude de suas propriedades peculiares, como ação antibacteriana e capacidade de formar tecido mineralizado (GRÜNDLING et. al., 2010).

A utilização do trióxido de mineral agregado (MTA) para confecção de uma barreira apical também é uma alternativa ao uso do hidróxido de cálcio. O uso do MTA como osteocondutor de barreira artificial apical no processo de apicificação torna-se cada vez mais comum e indicado, com sucesso clínico em humanos, visando à conclusão mais rápida do tratamento endodôntico (OLIVEIRA et. al., 2011).

Independente do material utilizado, as duas técnicas apresentam as mesmas desvantagens, por não possibilitar a continuidade do desenvolvimento radicular, não havendo o aumento em espessura das paredes do canal radicular, assim a raiz permanece com sua fragilidade e susceptibilidade a fratura (ANDREASEN; FARIK; MINKISGAARD, 2002; PACE et. al., 2007).

O conceito de apicificação consiste na aplicação de pasta de hidróxido de cálcio em dentes imaturos com rizogênese incompleta, com o objetivo de induzir o fechamento do ápice. Esse processo pode dispor de duas a várias sessões, não tendo um protocolo determinado, pois depende do organismo de cada paciente. Vários fatores estão envolvidos no fechamento do ápice radicular, além da resposta biológica do paciente, tais como a adequada limpeza do canal radicular, a diminuição de micro-organismos presentes, o tipo de material utilizado e o tempo que ele permanecerá dentro do canal, entre outros (KAHLER et. al., 2011).

Assim, o objetivo do presente estudo é realizar uma revisão de literatura sobre o hidróxido de cálcio e

MTA (Trióxido de Mineral Agregado) na indução da formação do ápice radicular em dentes com rizogênese incompleta (apicificação) como opção terapêutica.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão de literatura bibliográfica baseada nas buscas de artigos científicos nas bases de dados: Google Acadêmico, Pubmed, Scielo, LILACS e Embase. Foram utilizados descritores para a busca, como Endodontia (Endodontics); Hidróxido de Cálcio (Calcium Hydroxide); Apicificação (Apexifications); Traumatismo dental (Dental trauma); Trióxido de Mineral Agregado (MTA).

As buscas das produções científicas foram realizadas durante os anos de 2000 a 2022 e abrangeu artigos de livre acesso escritos na língua portuguesa e inglesa publicados na íntegra. Os principais critérios de exclusão foram artigos incompletos, resumos, artigos no prelo, artigos não indexados nas bases de dados mencionadas e artigos pagos. A análise crítica dos artigos selecionados observou criteriosamente seus objetivos, métodos usados, resultados e discussões apresentadas, resultando nessa revisão bibliográfica.

3. REVISÃO DA LITERATURA

O tratamento endodôntico de dentes com rizogênese incompleta e polpa necrosada constitui-se em grande desafio para os cirurgiões-dentistas. A necrose pulpar em decorrência de cáries ou traumas causa enorme prejuízo no desenvolvimento radicular. Além das paredes radiculares ficarem muito finas e, conseqüentemente, mais suscetíveis a fraturas, não haverá complementação radicular (SOARES et. al., 2008). Todas as etapas do tratamento endodôntico ficam dificultadas se seguido o protocolo conhecido para os dentes com rizogênese completa (SIMON et. al., 2007).

Para minimizar essas complicações e buscar a complementação radicular ou a formação de uma barreira mineralizada apical é utilizada, de longa data, a técnica da apicificação, que visa promover o fechamento apical radicular. Para induzir o processo da apicificação o produto mais utilizado é o hidróxido de cálcio que, embora tenha demonstrado sucesso no fim para o qual é proposto, apresenta algumas limitações importantes (TUNA et. al., 2011).

A apicificação é uma manobra terapêutica que demanda um longo prazo (em média 12 meses), o que necessita compreensão e aceitação pelo paciente. Ainda que o resultado seja o esperado, as paredes dentinárias continuarão finas, frágeis, em relação àquelas formadas em condições normais pela polpa vital. Há a ausência de um desenvolvimento contínuo da raiz com o conseqüente fortalecimento das paredes do canal radicular (ALVES; LIMA; LINS, 2009).

Técnicas como apicificação utilizando pasta de hidróxido de cálcio Ca(OH)_2 ou a utilização de materiais como o mineral trióxido agregado (MTA) são preconizadas para tratar dentes com este perfil, visto que estimulam a formação de uma barreira de tecido mineralizado. Ainda que esses métodos sejam utilizados corretamente, os efeitos, a longo prazo, no ligamento periodontal e na estrutura dentária podem não ser favoráveis (TUNA et. al., 2011).

3.1 FORMAÇÃO RADICULAR

A finalização do desenvolvimento apical e radicular ocorre em torno de três anos após a erupção dentária, durante a odontogênese (OLIVEIRA et. al., 2017). Uma vez concluída a formação da coroa, os

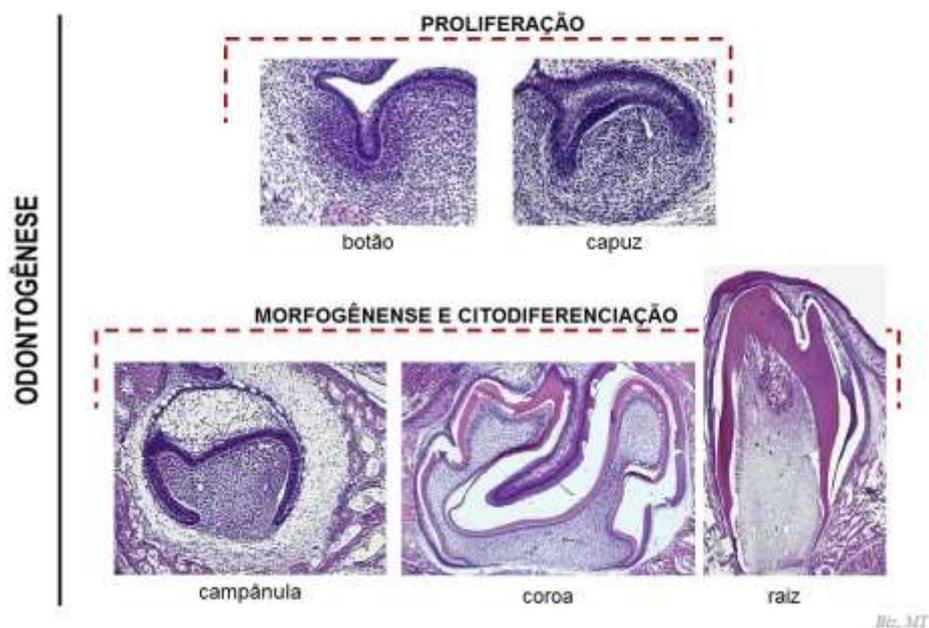
epitélios externo e interno do órgão do esmalte, juntam-se, originando duas camadas de parede epitelial, formando a bainha epitelial de Hertwig (responsável pela indução celular para formação de tecidos mineralizados que complementam a formação da raiz) (Figura 1) (SIMON et. al., 2007).

Esse processo pode ser interrompido se o dente sofrer algum trauma (quedas, acidentes, atos violentos e atividades esportivas em geral) ou ter sua polpa afetada por uma lesão cariosa (TUNA et. al., 2011). É importante ressaltar que existe uma prevalência grande de acidentes envolvendo traumas dentários entre os escolares 08 e 12 anos envolvendo principalmente incisivos superiores permanentes imaturos (KANDEMIR, 2020). Todos estes fatores podem acarretar a paralisação da formação radicular e dependendo da força do trauma, pode haver o rompimento do feixe neurovascular apical (SOARES et. al., 2008).

Isso pode ocasionar necrose pulpar ou provocar um processo inflamatório, levando à interrupção da formação radicular (ALVES; LIMA; LINS, 2009). O desenvolvimento radicular continua por até 3 anos após a erupção dentária até alcançar o fechamento do forame apical. Quando ocorre uma agressão à polpa dental de elementos permanentes com formação radicular incompleta, pode-se ocorrer a necrose pulpar (SIMON et. al., 2007).

Consequentemente, o desenvolvimento dentinário e a formação radicular são interrompidos, fazendo com que esse elemento tenha um amplo canal radicular e o ápice aberto, além de paredes dentinárias finas e fragilizadas (FELIPPE; FELIPPE; ROCHA, 2006).

Figura 1: Odontogênese – Formação dentária



Fonte: <https://histobuco.paginas.ufsc.br/>

3.2 TRAUMA DENTÁRIO

O trauma em dentes permanentes jovens pode produzir consequências como a necrose pulpar. Quando a necrose pulpar está ligada a rizogênese incompleta há uma dificuldade em se realizar tratamento, pois o processo de formação radicular pela deposição de dentina cessa (AL-KAHTANI et. al., 2005).

No traumatismo físico de um dente, com fratura ou não, a polpa pode recuperar-se completamente ou necrosar, dependendo da intensidade da hemorragia estabelecida pós-traumatismo e/ou do estágio de desenvolvimento radicular (SOARES et. al., 2008).

A necrose pulpar dá-se quando o fluxo sanguíneo para a polpa dentária é interrompido e ocorre falta de oxigênio por causa da falha de circulação do sangue no tecido pulpar. Nessa situação, a necrose processa-se por degeneração gradual, e o dente pode permanecer assintomático. Quando a polpa sofre necrose antes da rizogênese completa, a formação dentinária cessa, o crescimento da raiz é interrompido, o canal permanece amplo, o ápice radicular fica aberto e a raiz apresenta-se curta (ANDREASEN; FARIK; MINKISGAARD, 2002).

A interrupção do desenvolvimento de raízes ocasiona ausência de uma parada apical, além de paredes radiculares finas e frágeis, tornando-se imperativo que se induza a apicificação a fim de obter um selamento apical adequado. Ainda de acordo com o mesmo autor, um dos fatores mais importantes para atingir a apicificação é a limpeza do canal, ou seja, a completa remoção de todo o tecido necrótico (DIÓGENES & RUPAREL, 2017).

O trauma dental com envolvimento pulpar, assim como a cárie dentária, constitui-se geralmente, nos principais fatores etiológicos de necrose, conforme Lopes e Siqueira Junior (2004). Dentes permanentes com desenvolvimento radicular incompleto apresentam canal radicular e forame extremamente amplos e diâmetro exagerado.

As paredes do canal nem sempre são paralelas e apresentam divergências apicais e o forame aberto não promove anteparo adequado para o material obturador. Assim, torna-se difícil manter o tratamento endodôntico dentro dos limites do canal radicular e principalmente obturá-lo (DIÓGENES & RUPAREL, 2017). Várias técnicas vêm sendo descritas na literatura para tratar dentes com desenvolvimento radicular incompleto associado à necrose pulpar. As técnicas variam em função do tempo e das pesquisas de diferentes autores (AL-KAHTANI et. al., 2005).

Quando os dentes com rizogênese incompleta, ou seja, quando o ápice radicular não apresenta dentina apical revestida por cimento, mostrando-se radiograficamente, com ápice radicular incompleto/aberto, sofrem traumatismo dental, o desenvolvimento da raiz e o fechamento apical não podem ser alcançados.

Consequentemente, o tratamento endodôntico neste momento é um desafio significativo, devido à morfologia apical modificada, o volume do canal, as paredes finas, frágeis e pouco desenvolvidas de dentina e o ápice grande e aberto. Nessa situação, é necessário que se crie uma barreira apical artificial ou que se promova a indução do fechamento apical mediante a formação de um tecido mineralizado e calcificado, processo conhecido como apicificação (SOARES & GOLDBERG, 2001).

3.3 APIFICICAÇÃO

Quando ocorre a necrose pulpar em dentes com rizogênese incompleta, uma das opções de tratamento é a terapia endodôntica utilizando uma técnica chamada apicificação que consiste em induzir a formação de uma barreira física de tecido mineralizado, tendo em vista que nesses casos o tratamento endodôntico convencional se torna inviável devido ao amplo forame (KRÖLING et. al., 2014).

Portanto, a apicificação é o método de indução do fechamento apical por meio da formação de um tecido mineralizado na região apical de um dente com polpa necrosada, formação radicular incompleta e ápice aberto. O procedimento requer o preparo químico-mecânico do canal, seguido pela colocação de uma

medicação intracanal para estimular a cicatrização dos tecidos periapicais e a formação de uma barreira apical mineralizada. O material mais comumente utilizado na apicificação é o hidróxido de cálcio (ALVES; LIMA; LINS, 2009).

A apicificação foi reportada pela primeira vez em 1960 e o uso do hidróxido de cálcio para este fim vem se tornando o método mais aceito para tratamento de dentes com polpa necrosada e formação radicular incompleta. Este método é de fácil realização, bem aceito pelos pacientes e tem demonstrado grande sucesso, tornando-se uma boa alternativa aos procedimentos cirúrgicos. Concluída a endodontia, é de suma importância a restauração do dente, a fim de que se obtenha um bom selamento biológico, evitando a reinfecção do canal (TUNA et. al., 2011).

O objetivo desse procedimento é selar a região de ápice radicular, removendo a comunicação entre o canal radicular e os tecidos periapicais, além de fornecer um bloqueio para que o material obturador seja barrado no ápice radicular e permita que esse material consiga ser compactado (AL-KAHTANI et. al., 2005).

Dentes com ápice aberto não devem ser obturados endodonticamente antes que ocorra o processo de apicificação. Essa etapa é imprescindível para que haja uma barreira para a condensação do material obturador e evite seu extravasamento (JEERUPHAN et. al., 2012).

Vários fatores contribuem para o sucesso desse tratamento. A limpeza e a desinfecção do sistema de canais radiculares são essenciais para promover um ambiente propício ao tratamento e bons resultados clínicos (DIÓGENES & RUPAREL, 2017).

O tratamento de dentes com ápice radicular aberto acarreta certas complicações durante o tratamento endodôntico, dentre elas, a fase da instrumentação, dificultando ou até impossibilitando a realização do batente apical, devido à rizogênese incompleta, propriamente dita (KRÖLING et. al., 2014).

Sendo assim, a não realização do batente apical dificulta no travamento do cone de guta percha para posteriormente obturar o canal, sendo necessária a utilização de um cone mais calibroso para o ideal travamento. Por apresentarem paredes dos canais radiculares mais finas e frágeis, esses dentes possuem um risco aumentado de fratura (SIMON et. al., 2007).

3.4 HIDRÓXIDO DE CÁLCIO

Dentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar necessitam do emprego de uma medicação intracanal para que ocorra a deposição de tecido duro na região apical por um período de tempo. Critérios importantes para observar na escolha de um material endodôntico para fins de apicificação, são a capacidade de selamento e adaptação marginal (GHOSE; BAGHDADY; HIKMAT, 1987).

O hidróxido de cálcio tem obtido uma considerável aceitação, dentre os materiais indicados para induzir a formação da barreira de tecido duro (SILVEIRA; SEBRÃO; VILANOVA, 2015).

De acordo com Andreasen e colaboradores (2002), a pasta de Ca(OH)_2 utilizada como curativo de demora proporciona cicatrização adequada devido à indução de barreira apical e capacidade de neutralizar as bactérias e seus produtos, estimulando a formação de barreira apical, desempenho biológico e cicatrizante. Em sua forma de pó, é uma base forte apresentando baixa solubilidade em água e insolubilidade em álcool, dissociando-se dos íons cálcio e hidroxila, sendo um material biocompatível para o tratamento endodôntico.

No entanto, o uso da pasta de Ca(OH)_2 para a apicificação tem sido questionado por ter um prolongamento no tempo de tratamento, já que conta com trocas mensais da medicação para promover o seu efeito e o prognóstico acaba sendo incerto (DIÓGENES & RUPAREL, 2017).

Para Silveira e colaboradores (2015), a exposição prolongada de Ca(OH)_2 resulta em enfraquecimento das paredes dos canais radiculares, sendo assim, a exposição prolongada da dentina aos íons hidroxila do Ca(OH)_2 reduz a força flexural e a resistência à fratura devido ao curativo de longo prazo, aumentando a fragilidade de suas paredes.

Quanto ao período de tempo para fazer a troca do hidróxido de cálcio, para induzir o fechamento apical e a normalidade dos tecidos periapicais, não há um consenso entre os autores. Alguns sugerem que a troca seja feita inicialmente em um mês e subsequentemente a cada intervalo de três meses (DIÓGENES & RUPAREL, 2017; GHOSE; BAGHDADY; HIKMAT, 1987).

Leite e colaboradores em 1986, descreveram o tratamento endodôntico de dentes permanentes jovens com ápices abertos e polpas necrosadas em pacientes com idade variando entre 8 e 9 anos. A técnica utilizada para o tratamento baseou-se na colocação de hidróxido de cálcio com renovação a cada três meses e observação clínica e radiográfica do fechamento apical. Após nove meses observou-se o aparente fechamento apical, os canais foram obturados, levando-se hidróxido de cálcio na porção apical, seguindo-se a obturação convencional definitiva com cones de guta-percha e cimento para canal.

A utilização de pasta contendo hidróxido de cálcio provocou o fechamento apical dos dentes necrosados com raízes incompletas e ápices abertos. A comprovação clínica e radiográfica do fechamento apical teve um período de controle para observação desses fechamentos, sendo de 1 ano até 2 anos. Portanto, esse fechamento apical se dá a longo prazo, exigindo controle do paciente, supervisão constante do profissional e várias sessões de tratamento (LEITE et. al., 1986).

Em estudos realizados por Marchesan e colaboradores (2008), em dois casos clínicos com dentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar, ocorreu o completo fechamento do forame apical, devido as sucessivas trocas de medicação intracanal de hidróxido de cálcio.

Outros autores acreditam que uma única aplicação da pasta de hidróxido de cálcio é suficiente para a formação da barreira. Outra indicação é a de fazer a troca apenas se houver reabsorção do hidróxido de cálcio no terço apical do canal radicular (SILVEIRA; SEBRÃO; VILANOVA, 2015; SOARES et. al., 2008).

3.5 MTA

Com intuito de diminuir as dificuldades encontradas com a terapia a base de hidróxido de cálcio, alguns estudos têm indicado o MTA, agregado trióxido mineral (do inglês mineral trioxide aggregate) como alternativa promissora em apicificações. Este material apresenta boa biocompatibilidade, não promove inflamação tecidual significativa, tem boa capacidade de selamento e permite o processo de reparo em diversas situações, induzindo a deposição de tecido dentinário, cementário e/ou ósseo (SOARES et. al., 2008).

Outras vantagens do MTA é que não possui potencial carcinogênico, não interfere na resposta imune mediada por macrófagos e tem atividade antimicrobiana (KETTENRING & TORABINEJAD, 1995; REZENDE et. al., 2005). Dessa forma, os benefícios do MTA em relação ao hidróxido de cálcio, são inúmeros, tornando importante o conhecimento sobre o comportamento clínico desta técnica nos tratamentos de apicificação radicular (SIMON et. al., 2007).

Este material foi proposto como efetivo para o selamento do ápice de elementos dentários com rizogênese incompleta que sofreram necrose pulpar. Esse age prevenindo o extravasamento do material obturador e diminui a infiltração apical, sendo composto por pequenas partículas hidrofílicas que se unem na presença de umidade (DIÓGENES & RUPAREL, 2017).

O plug apical de MTA gera uma boa barreira apical de tecido mineralizado, pois o mesmo possui boas propriedades de selamento, proporcionando um bom fechamento apical (FELIPPE; FELIPPE; ROCHA, 2006). O uso do MTA no processo de apicificação está se tornando muito utilizado e indicado pelas grandes taxas de sucesso, além disso, o tratamento endodôntico tem resolução mais rápida com esse material (KAHLER et. al., 2011).

O MTA possui características comprovadas que favorece o seu uso nesses tratamentos como a biocompatibilidade, boa capacidade de vedação, capacidade de induzir formação e deposição de tecido mineralizado gerando uma barreira mineralizada satisfatória, além disso, outra vantagem desse material é a boa radiopacidade e sua resistência a umidade (DIÓGENES & RUPAREL, 2017).

O uso do MTA como osteocondutor de barreira artificial apical no processo de apicificação torna-se cada vez mais comum e indicado, com sucesso clínico em humanos, visando à conclusão mais rápida do tratamento endodôntico (FELIPPE; FELIPPE; ROCHA, 2006).

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que o trauma em dentes permanentes jovens pode produzir consequências como a necrose pulpar. Quando a necrose pulpar está ligada a rizogênese incompleta há a necessidade de induzir o término da formação radicular com a finalidade de se criar uma barreira com tecido mineralizado através da técnica de apicificação. Embora existam divergências entre alguns autores quanto a fatores como intervalos de trocas, tempo médio para ocorrer a apicificação, é sabido que o hidróxido de cálcio e o MTA são substâncias altamente eficientes com mostrando resultados clínicos e radiográficos exitosos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-KAHTANI, A. et. al. In-vitro evaluation of microleakage of an orthograde apical plug of mineral trioxide aggregate in permanent teeth with simulated immature apices. **JOE.**, v.31, n. 2, p.117-119, 2005.

ALVES D.J.P.; LIMA G.A.; LINS C.C.S.A. Conduta clínica dos cirurgiões-dentistas do sertão pernambucano no tratamento de dentes com ápice incompleto. **Int J Dent.**, v.8, n.1, p,16-9, 2009.

ANDREASEN, J.O.; FARIK, B.; MUNKISGAARD, E.C. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. **Dent Traumatol.**, v.18, n.1, p.134–137, 2002.

DIÓGENES, A.; RUPAREL N. B. Regenerative Endodontic Procedures: Clinical Outcomes. **Dent Clin North Am.**, v. 61, p. 111-125, 2017.

FELIPPE, W.T.; FELIPPE, M.C.S.; ROCHA, M.J.C. The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. **IEJ.**, v.39, n.1, p.2-9, 2006.

GHOSE, L.J.; BAGHDADY, V. S.; HIKMAT, B.Y.M. Apexification of immature apices of pulpless permanent anterior teeth with calcium hydroxide. **JOE.**, v.13, n.6, p. 285-292, 1987.

GRÜNDLING, G.S.L. et. al. Apicificação em dente com fratura coronorradicular - relato de caso clínico. **RFO.**, v.15, n.1, p.77-82, 2010.

JEERUPHAN, T. et. al. Mahidol study 1: comparison of radiographic and survival outcomes of immature teeth treated with either regenerative endodontic or apexification methods: a retrospective study. **JOE.**, v.38, n.10, p.1330-1336, 2012.

KAHLER, B. Endodontic retreatment of maxillary incisors previously treated with a conventional apexification protocol: a case report. **Aust Endod J.**, v.37, n.1, p.31-35, 2011.

KANDEMIR, D.G. et. al., Treatment of immature teeth with nonvital pulps in adults: a prospective comparative clinical study comparing MTA with Ca (OH) 2. **IEJ.**, v.53, n.1, p.5-18, 2020.

KRÖLING, A.E. et. al. Use of MTA in teeth with incomplete root formation or open foramina: introduction of a protocol and report of clinical cases. **RGO.**, v.62, n.3, p. 325-330, 2014.

LAW, A.S. Considerations for regeneration procedures. **J Endod.**, v.39, p.44-56, 2013.

LEITE, R.M.G.V. et. al. Tratamento de canal radicular de dentes com rizogênese incompleta empregando pasta de hidróxido de cálcio, estudo radiográfico. **Rev Odontol Unesp.**, v.15, p.1-12, 1986.

LOPES, H.P.; SIQUEIRA, JUNIOR. J.F. Endodontia: Biologia e Técnica. 2. ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 2004.

MAJORANA, A., et. al. Clinical and epidemiological study of traumatic root fractures. **Dent Traumatol.**, v.18, n.2, p.77-80, 2002.

MARCHESAN, M.A. et. al. Tratamento de dentes traumatizados com rizogênese incompleta apicificação. **RSBO.**, v. 5, n. 1, p. 58-62, 2008.

OLIVEIRA, D.C.R.S., et. al. Avaliação da utilização de MTA como plug apical em dentes com ápices abertos. **Rev Bras Odontol.**, v.68, n.1, p.59-63, 2011.

OLIVEIRA, L.A. et. al. O uso do mta na indução da apicificação de incisivo central superior com polpa necrosada. Relato de caso. **Revista Ciências e Odontologia.**, v.1, n.2, p.1-5, 2017.

PACE, R., et. al. Apical plug thechnique using mineral trioxide aggregate: results from a case series. **Int Endod J.**, v.40, n.6, p.478-484, 2007.

SILVEIRA, C.M.M.; SEBRÃO, C.C.N.; VILANOVA, L.S.R. Apexification of an immature permanent incisor with the use of calcium hydroxide: 16-Year Follow-Up of a Case. **Case Rep Dent.**, 2015.

SIMON, S. et. al. The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. **IEJ.**, v.40, n.3, p.186-197, 2007.

SIQUEIRA, J.F. Jr. Strategies to treat infected root canals. **J Calif Dent Assoc.**, v.29, n.12, p.825-837, 2001.

SOARES, I.J.; GOLDBERG, F. Endodontia: técnica e fundamentos. Porto Alegre: **Artes Médicas Sul**, 2001.

SOARES, J. et. al., Calcium hydroxide induced apexification with apical root development: a clinical case report. **IEJ.**, v.41, n.8, p.710- 719, 2008.

TUNA, E.B. et. al. Fracture resistance of immature teeth filled with BioAggregate, mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. **Dental Traumatology**, v.27, n.3, p.174-178, 2011.