

# Saúde

## Revista Brasileira de

ISSN 3085-8089

vol. 2, n. 2, 2026

### ... ARTIGO 10

Data de Aceite: 21/01/2025

## APICIFICAÇÃO EM DENTE TRAUMATIZADO: RELATO DE CASO

Eliziane Izabel Celusniak Zipperer

Everton Paulo da Silva Pinto

Fabício Rutz da Silva



Todo o conteúdo desta revista está licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

## INTRODUÇÃO

A dentina e a polpa são tecidos que apresentam origem embrionária semelhante. Por isso, estão integrados em relação à anatomia e à fisiologia, sendo frequentemente considerados um complexo – o complexo dentino pulpar. Este complexo encontra-se geralmente isolado do ambiente oral pelo revestimento de esmalte na coroa, e de cimento na raiz. Quando estas camadas protetoras naturais são perdidas, o complexo pode ser exposto a agentes irritantes e responder de diferentes maneiras (LOPES e SIQUEIRA, 2024).

A necrose pulpar de um dente com rizogênese incompleta acarreta complicações ao seu tratamento. Limpar e modelar as paredes desses canais com os métodos tradicionais resulta em risco de fratura, pois elas são finas e, portanto, frágeis. Para esses casos, temos duas modalidades de tratamento: a regeneração pulpar e a apicificação. A maior vantagem de procedimentos endodônticos de regeneração quando comparados aos procedimentos de apicificação, é que os primeiros permitem que as raízes continuem seu processo de maturação. Dessa forma, as paredes radiculares ganham comprimento e espessura a partir dos tecidos vitais gerados, enquanto na apicificação isso não ocorre (YAMAUCHI et al, 2011; BERMAN e HARGREAVES, 2021).

Um dos problemas encontrados pelo endodontista é justamente casos assim, onde temos dentes permanentes, com ápices incompletamente formados e com necessidade de tratamento endodôntico. Embora os mesmos princípios que norteiam a terapêutica endodôntica de dentes completamente desenvolvidos sejam também aplicados aos dentes com rizogênese incomple-

ta, o objetivo nestes casos, é mais complexo, porque são buscados o completo desenvolvimento radicular nos casos de polpa viva e o fechamento do forame apical por tecido duro calcificado, nos casos de necrose pulpar (LOPES e SIQUEIRA, 2024).

A apicificação impede a passagem de toxinas e bactérias para os tecidos periapicais, além de permitir a compactação da obturação no canal radicular (BRITO-JÚNIOR et al., 2011). Segundo Niedermaier e Guerisoli (2013) a apicificação é um procedimento de indução do fechamento apical, no qual é introduzido um material biocompatível no terço apical do canal com intuito de induzir formação de tecido mineralizado, ou seja, criar uma barreira e proporcionar um fechamento do forame apical, evitando assim o extravasamento de guta percha da obturação para os tecidos periapicais e osso. A apicificação não deve ser confundida com apicigênese (apexogênese), que é o tratamento de um dente vital com ápice imaturo. Nesse caso, cujo objetivo é o estímulo do desenvolvimento fisiológico da raiz e a formação do ápice (SELDEN, 2002).

Com relação aos materiais empregados na apicificação, a literatura sugere o uso do agregado trióxido mineral (MTA) e do hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ). Em 2009, outro material à base de silicato de cálcio, o Biodentine® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, França), foi introduzido como uma opção ao MTA. Desde então, alguns estudos comparativos têm apontado a superioridade do Biodentine® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, França), devido à indução de dentina terciária reacional e reparadora; maior resistência à força de compressão e microdureza; menor tempo de presa; e facilidade de manuseio (LAU-

RENT et al., 2012; RAJASEKHARAN et al., 2014).

O MTA tem sido de grande aplicabilidade em cirurgias paraendodônticas, no tratamento de trepanações acidentais, reabsorções internas com perfurações capeamento pulpar direto e pulpotomia. O MTA, quando em contato com fluidos teciduais, promove liberação de  $\text{Ca(OH)}_2$ , o que faz este material ser altamente alcalino (pH 12,5). Essa característica produz uma ação antimicrobiana e capacidade mineralizadora, além de induzir cementoblastos e osteoblastos a produzirem tecido mineralizado (MORO et. al., 2013).

A idade também é um importante fator no traumatismo dentário. Por volta dos 14 anos, aproximadamente 25% das crianças já terão sofrido traumatismo envolvendo sua dentição permanente. De acordo com Bonte et al. (2015), lesões dentárias são muito comuns em crianças entre 6 e 9 anos; sendo que 25% dos escolares com esta idade terão algum tipo de trauma dental, sendo um desfecho comum, a necrose da polpa. A prevalência varia com o tipo de trauma, de 1 a 6% para fraturas de coroa para quase 100% para intrusões, especialmente quando ocorre uma luxação dentária.

Ao se realizar o tratamento endodôntico em dentes com rizogênese incompleta, é fundamental que se tenha conhecimento da área onde se irá intervir. A análise radiográfica inicial revela o estágio de desenvolvimento da raiz e as condições do segmento apical, que poderá apresentar-se de forma divergente, paralela ou ligeiramente convergente. Contudo o desenvolvimento radicular no sentido, vestíbulo palatino é mais lento sendo, consequentemente, essas paredes mais curtas e o forame apical maior quando comparados ao plano mesiodistal (LOPES e SIQUEIRA, 2024).

## RELATO DE CASO

Paciente K.G.C.V, gênero masculino, 8 anos de idade, pardo, braquifacial aparentemente saudável, compareceu acompanhado de sua responsável legal a senhora E. V, na Clínica Odontológica do Centro Universitário de União da Vitória, Paraná; apresentando trauma dental na região do elemento 11, ocorrido dois dias antes da consulta. Após a anamnese, foi realizado o exame clínico, fotos e radiografias periapicais (Figuras 1, 2 e 3). Foi solicitada também uma radiografia panorâmica. Através da radiografia periapical, foi constatada a fratura



Fig. 1 - paciente K. G. C. V. na primeira consulta coronal oblíqua do dente 11, com formação radicular incompleta (fase 8 de Nolla).



Fig. 2 - rx inicial



Fig. 3 - rx panorâmico

Nessa mesma sessão, foi realizada anestesia infraorbitária com lidocaína com epinefrina 1:100000 (DFL, Rio de Janeiro, Brasil) para remoção de fragmentos dentais e limpeza do local com solução fisiológica.

A partir da radiografia inicial, foi determinado o comprimento aparente do dente (CAD) em 22mm. A substância química auxiliar usada no tratamento endodôntico foi o gel de clorexidina 2% (Endogel, Lenza Farm, Belo Horizonte, Brasil) e como solução irrigante, o soro fisiológico. Após a abertura do dente, foi realizada a exploração inicial do canal com uma lima tipo K #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), usando cinemática de cateterismo e mínima pressão apical e lateral, tendo em vista a fragilidade das paredes do canal. Como o canal

era amplo, também foram usados instrumentos extirpa-polpa (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), para auxiliar na remoção de todo o remanescente pulpar. Como não foi possível a realização de isolamento absoluto devido ao estado do remanescente dental, foi feito isolamento relativo durante a terapia endodôntica. Após a pulpectomia, foi inserido no sistema de canais radiculares, medicação intracanal de gel de clorexidina 2% (Endogel, Lenza Farm, Belo Horizonte, Brasil) +  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  P.A. (Biodinâmica, Ibioporá, Brasil). Foram espatuladas 2 porções de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  P.A. + 1 gota de gel de clorexidina. A pasta formada foi levada ao canal através de lentulo amarela (#50) acoplada a contra ângulo girando no sentido horário. Foi colocado um chumaço de algodão estéril na embocadura do canal e ele foi selando provisoriamente com IRMI<sup>®</sup> (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça).

Na segunda consulta, realizada duas semanas depois da primeira, após isolamento relativo e anestesia terminal infiltrativa realizada com solução anestésica semelhante à usada no primeiro atendimento, o dente teve sua restauração provisória removida.

O canal foi irrigado abundantemente com soro fisiológico e com limas tipo K #15 de 21mm (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) em cinemática rotatória. Após a remoção da medicação intracanal, foi feito o preparo biomecânico do canal, com o objetivo não de alargar o canal; mas de remover remanescentes de polpa e de medicação, além de planificar as paredes do canal. Para isso foi feita instrumental com lima RECI-PROC<sup>®</sup> de calibre #50.05 (VDW, Munique, Alemanha) atuando no CT, com leve pressão lateral. Durante a ação do instrumento, o canal esteve inundado com gel de clorexidina 2%. A lima foi inserida e removida do

canal em funcionamento. Após sua remoção do canal, houve irrigação abundante com soro fisiológico. A seguir, foi inserido no canal ácido etilenoaminotetracético (EDTA) a 17% (Biodinâmica, Ibiporá, Brasil), para remoção da *smear layer*. Houve agitação do EDTA por 20 segundos com Easy Clean® (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Brasil). O EDTA ficou no interior do canal por 1 minuto, sendo substituído em seguida por nova solução de EDTA 17%. O processo foi repetido mais 2 vezes, totalizando 3 minutos de contato do EDTA com as paredes do sistema de canais radiculares. Sequencialmente, o canal foi novamente irrigado abundantemente com soro fisiológico e o canal foi seco com cones de papel absorvente #50 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Foi inserida a medicação intracanal da mesma forma que descrito na primeira sessão e o dente foi selado, também com a mesa técnica usada na consulta inicial. Como o paciente não apresentou nenhum sintoma de dor, decidiu-se então manter o material intracanal por um período mais prolongado, e assim acelerar o processo de reparação tecidual.

Depois de cinco semanas após a segunda consulta, foi realizada nova troca da medicação seguindo a mesma técnica já apresentada.

Na quarta consulta, quinze dias depois, um botão ortodôntico e aparelho fixo foi instalado para que o remanescente pudesse ser tracionado. Porém devido ao mal posicionamento dos dentes adjacentes, contato prematuro e falta de espaço para reposicionar o dente o planejamento foi alterado. Sendo assim, na semana seguinte, na quinta consulta, foi instalado um dispositivo ortodôntico móvel do tipo Simões Network (SN). (Figuras 4 e 5)



Fig. 4 - botão ortodôntico instalado

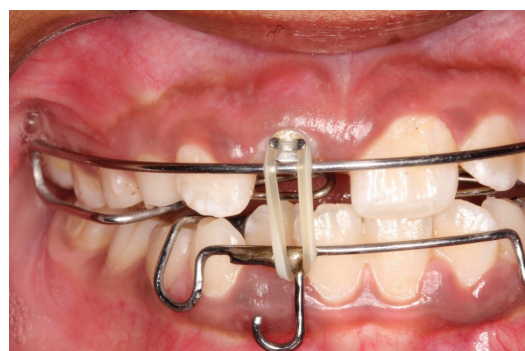


Fig. 5 - aparelho tipo SN em função

Na sexta consulta, quinze dias após a instalação do dispositivo ortodôntico, dente já havia sido tracionado cerca de 0,5 mm. Nessa sessão, nova troca de medicação foi feita.

Foram realizadas mais duas sessões, com intervalo de 15 dias entre elas, totalizando oito sessões. Na oitava sessão, foi feita a primeira tentativa de obturação do canal radicular. Após o paciente retirar o aparelho, foi repetida a técnica de remoção da medicação intracanal que vinha sendo feita em cada sessão, como citada.

Após a remoção da medicação através da irrigação com soro fisiológico e lima tipo K#15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), foi inserido um cone de guta percha #45 (Tanari, São Paulo, Brasil) que travou

no canal. Feita uma radiografia periapical, foi evidenciada a presença de uma barreira de tecido mineralizado, conforme esquema mostrado na figura 6.

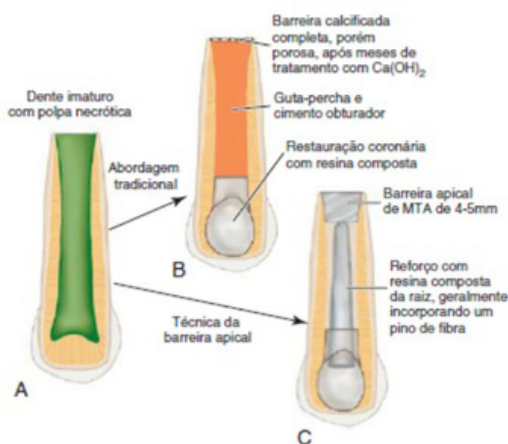


Fig. 6 - representação esquemática da apicificação:

A - dente permanente com polpa não vital. B - Abordagem tradicional com a formação de uma “barreira calcificada” no ápice radicular depois de repetidos processos de preenchimento, durante muitos meses com  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . O canal é subsequentemente obturado com gutta-percha e cimento obturador antes da restauração coronária. C - Técnica de barreira apical artificial, onde um tampão de MTA de 4-5 mm de comprimento é colocado no ápice radicular (COHEN, S.; HARGREAVES, 2011)

A imagem demonstrou que a distância do cone até o ápice radiográfico era de 0,5mm. O cone foi então medido, sendo o valor de 18mm que foi estabelecido como CT. O preparo do canal do canal propriamente dito foi iniciado com estabelecimento da lima anatômica inicial (LAI) #20. O uso das Gates foi descartado, devido ao grande diâmetro do canal e da pequena espessura de suas paredes. A partir da LAI, o

canal foi instrumentado até a lima #40, que foi considerada nosso instrumento memória (IM). O preparo do sistema de canais radiculares foi realizado com limas tipo K de 21mm (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), através da cinemática de limagem. Não houve escalonamento pelo mesmo motivo que nos impediu de usar os alargadores de Gates Glideen, ou seja, a fragilidade das paredes do canal.

Após essa primeira etapa, fez-se a conometria, obtida através de radiografia periapical onde o calibre do cone foi #45 (Tanari, São Paulo, Brasil). Com a certeza de que tudo estava dentro dos parâmetros desejados, lavamos o canal com soro e após sua aspiração usamos EDTA trissódico a 17% por 3 minutos, com trocas a cada minuto. Seguimos com a lavagem final com soro fisiológico e secagem com cones de papel.

Para obturação usamos o cone principal #45 (Tanari, São Paulo, Brasil) e cones acessórios F (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), juntamente com o cimento endodôntico Fill Canal (Technew, Rio de Janeiro, Brasil). A técnica de obturação usada foi a Técnica Híbrida de Tagger. Ao fim da 1ª parte da técnica de obturação, a condensação lateral; a radiografia mostrava muitos espaços vazios, como era previsto. Nesse momento foi usado no sentido horário o termocompactor de MacSpaden amarelo (#50mm) para plastificar a gutta-percha. Enquanto o material ainda estava amolecido, foi usado os calcadores de nº3 e nº4 para empurra a obturação para todas as direções

Em uma nova tomada radiográfica o tratamento pode ser finalizado com a remoção do excesso de cones de gutta-percha com auxílio dos calcadores de Paiva aquecidos, pois a radiografia confirmou que todo o canal havia sido preenchido pelo material ob-

turador. O limite apical de obturação foi 0,5 mm aquém do ápice radiográfico (Figura 7). A seguir foi colocado na entrada do canal, um chumaço de algodão estéril e a abertura foi selada com Ionoseal® (Voco do Brasil, Porto Alegre, Brasil).

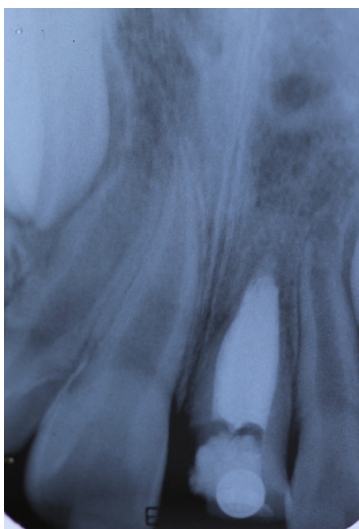


Fig. 7 - tratamento endodôntico finalizado

Na consulta seguinte, quinze dias após a oitava sessão, o canal foi parcialmente desobturado, sendo realizada a confecção de um pino anatômico de fibra de vidro, usando um pino do sistema Whitepost System® (FGM, Joinville, Brasil) e a confecção de uma restauração de resina composta Charisma® (Kulzer GmbH, Wehrheim, Alemanha) nas cores A2, A3 e A3,5. A peça foi cimentada com cimento adesivo Allcem Core® (FGM, Joinville, Brasil) (Figuras 8 e 9).



Fig. 8 – canal parcialmente desobturado para confecção de pino anatômico.



Fig. 9 – provisório imediato

Após essa sessão, o paciente não retornou para o acompanhamento do caso.

## DISCUSSÃO

Para Felipe et al. (2005) 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.

Sabendo que o tratamento endodôntico em dentes com rizogênese incompleta torna-se difícil pelas suas particularidades anatômicas, pois o canal é amplo e o forame apical tem um diâmetro exagerado. (SEIBEL; TOLEDO et al., 2010; FOUAD, 2011), o emprego, da medicação intracanal à base de pasta de  $\text{Ca(OH)}_2$  e gel de clorexidina 2% neste trabalho, foi indispensável para complementar a desinfecção e provocar a deposição de tecido mineralizado por meio do seu efeito antisséptico, ação bactericida e elevado pH.

De acordo com Berman e Hargreaves, 2021, diferentemente do capeamento pulpar, pulpotomia e de apexogênese, a apicificação, na melhor das hipóteses, ocasionará o fechamento do ápice. Não se espera que ela ocasione desenvolvimento radicular adicional em termos de comprimento ou espessura de parede. Desta forma antes do advento da regeneração pulpar, a apicificação era encarada como um tratamento de último recurso em dentes imaturos que perderam a vitalidade pulpar.

O material de escolha para este caso foi o  $\text{Ca(OH)}_2$ , justificado pela sua ação antibacteriana e por promover a ativação da fosfatase alcalina que, por sua vez, estimula a liberação dos íons fosfato, a partir dos ésteres de fosfato do organismo, que ao reagirem com os íons cálcio, precipitam na forma de hidroxiapatita. Este mecanismo evidencia, assim, o poder de indução e de formação de tecido mineralizado do material. O  $\text{Ca(OH)}_2$  possui, ainda, ação higroscópica, permitindo a manutenção dele no canal radicular por um longo período, quando no interior deste, existe exsudatos provenientes de processos inflamatórios. (MARCHESAN et al., 2008). Entretanto, o MTA, nas últimas décadas começou a to-

mar lugar do  $\text{Ca(OH)}_2$  no tratamento de várias complicações pulpares pós-traumatismo (BAKLAND & ANDREANSEN, 2012).

Gomes et al. (2002), discordam da escolha do uso do  $\text{Ca(OH)}_2$ , relatando que o mesmo, não pode ser considerado um medicamento universal, pois não é efetivo contra todas as bactérias comumente encontradas no sistema de canais radiculares. Apesar de apresentar vantagens, o MTA apresenta limitações. Entre elas incluem: prolongado tempo de presa (150 minutos), difícil manipulação e inserção do material (BOZEMAN et al., 2006) e custo relativamente alto (DUARTE et al., 2005). O longo tempo de presa do MTA (BOGEN; KUTTLER, 2009; PORTER et al., 2010) leva ao risco da dissolução rápida e remoção do cimento (PORTER et al., 2010) da cavidade retrógrada, pois ele é colocado na região apical do canal radicular em que há sangue e contaminação de fluidos.

Tanto o  $\text{Ca(OH)}_2$  como o MTA são as substâncias apicificadoras de escolha, devido à sua compatibilidade biológica e às suas propriedades bactericidas e indutoras de mineralização, (SIMON et al., 2007; BODANEZI et al., 2009).

Para Gomes et al. (2002), o  $\text{Ca(OH)}_2$ , não pode ser considerado um medicamento universal, pois não é efetivo contra todas as bactérias comumente encontradas no sistema de canais radiculares. Num estudo feito por Felipe et al. (2005), onde dentes de cães apresentavam rizogênese incompleta e periodontite periapical, concluiu-se que a pasta de  $\text{Ca(OH)}_2$  contribui para o reparo dos tecidos periapicais e para a apicificação. No entanto, trocas mensais não foram necessárias para que a apicificação ocorresse e, ainda, as repetidas trocas reduziram significativamente a intensidade do processo infla-

matório, mas reduziram também a ocorrência da apicificação.

Não existe um consenso entre os autores sobre qual é o melhor intervalo de tempo para fazer a troca do  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , para induzir o fechamento apical e a normalidade dos tecidos periapicais (SHEEHY, 1997). Alguns pesquisadores sugerem que a troca seja feita inicialmente em um mês e subsequentemente, a cada intervalo de três meses (MACKIE, 1998). Outros, preferem usar apenas uma única aplicação da pasta de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  é suficiente para a formação da barreira (CHAWLA, 1986). Outra opção, seria fazer a troca somente se o  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  do terço apical do canal radicular for reabsorvido (FOREMAN, 1990). Para este trabalho as trocas foram feitas bimestralmente, justamente por este processo não se tratar de um protocolo e porque depende do organismo de cada paciente.

A técnica de obturação usada, foi proposta por John McSpadden. Ele usou a plastificação e compactação da guta-percha através do uso de ação mecânica de um instrumento apropriado, acionado em rotação contínua (LOPES e SIQUEIRA, 2024). Ela foi escolhida devido às características do dente tratado: canal radicular com grande calibre, o que inviabiliza o uso da técnica mais comum, a compactação lateral (LOPES e SIQUEIRA, 2024).

O uso do aparelho SN foi uma contingência do caso, pois o paciente descolava muitas peças do sistema inicialmente escolhido. Ele foi proposto em 1980 e auxilia a musculatura, estimulando a atividade postural normal dos músculos peribucais com a finalidade de estabelecer um selamento labial adequado. Isso gera adaptações nas estruturas esqueléticas e dento-alveolares de forma gradual, possibilitando assim, a corre-

ção das relações anteroposteriores anormais entre a maxila e a mandíbula. Vale ressaltar que o aparelho SN é um mediador não exercendo nenhuma força sobre os dentes. (SIMÕES, 2002).

## CONCLUSÃO

Mesmo sabendo que o tratamento endodôntico de dentes com rizogênese incompleta possui obstáculos, devido as condições anatômicas, estado de destruição pulpar, fragilidade das paredes e maior facilidade de contaminação do sistema de canais radiculares, ainda assim o sucesso no tratamento é evidente quando se trata de apicificação.

A escolha do material depende de cada situação e da complexidade de cada caso. E apesar de existirem na atualidade produtos de qualidade incontestáveis, o uso do  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  foi simplesmente para comprovar sua eficácia. Mostrando que independente do material, a apicificação pode nos dar resultados satisfatórios.

## REFERENCIAS

BAKLAND, L. K.; ANDREASEN, J. O. Will mineral trioxide aggregate replace calcium hydroxide in treating pulpal and periodontal healing complications subsequent to dental trauma? A review. **Dental Traumatology**, v. 28, p. 32–35, 2012.

BERMAN, L. H.; HARGREAVES, K. M. *Caminhos da polpa*. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.

BODANEZI, A. et al. Efeitos do tampão apical no potencial selador das obturações com agregado de trióxido mineral em dentes com rizogênese incompleta. **Revista de Clínica e Pesquisa Odontológica**, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 263–266, set./dez. 2009.

**BOGEN, G.; KUTTLER, Y.** Mineral trioxide aggregate obturation: a review and case series. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 3, p. 475–484, 2009.

**BONTE, E.; BELOT, A.; BOUKPESSI, T.; LASFARGUES, J. J.** MTA versus Ca(OH)<sub>2</sub> in apexification of non-vital immature permanent teeth: a randomized clinical trial comparison. **Clinical Oral Investigations**, v. 19, p. 1381–1388, 2015.

**BOZEMAN, B. D.; KUTTLER, Y.; GOODMAN, A.; BAADE, D.; PEROFKY, S.; ROSSER, R.** Treatment outcome in endodontics — the Toronto Study: Phase I. Apical periodontitis in teeth treated with comprehensive endodontic therapy. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 11, p. 989–992, 2006.

**BRITO JÚNIOR, M. et al.** Evidências clínicas da técnica de apicificação utilizando barreira apical com agregado de trióxido mineral – uma revisão crítica. **Revista da Faculdade de Odontologia UPF**, Passo Fundo, v. 16, n. 1, p. 54–58, jan./abr. 2011.

**COHEN, S.; HARGREAVES, K. M.** *Caminhos da polpa*. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

**DUARTE, M. A. H.; MARCIANO, F. R.; BELLEZINI, M.; KUGA, M. C.; DE OLIVEIRA, S. H. P.; VEDOVELLO FILHO, M.; DEMARCO, F. F.** Avaliação radiográfica e histológica de diferentes materiais para obturação de canais radiculares em dentes com rizogênese incompleta em modelo animal. **Journal of Endodontics**, v. 31, n. 6, p. 434–438, 2005.

**FELIPPE, M. C.; FELIPPE, W. T.; MARQUES, M. M.; ANTONIAZZI, J. H.** The effect of the renewal of calcium hydroxide paste on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. **International Endodontic Journal**, v. 38, p. 436–442, 2005.

**FOREMAN, P. C.** A review of calcium hydroxide. **International Endodontic Journal**, v. 23, n. 6, p. 392–401, 1990.

**FOUAD, A. F.** The microbial challenge to pulp regeneration. **Advances in Dental Research**, v. 23, n. 3, p. 285–289, 2011.

**GOMES, B. P. F. A. et al.** Microbial susceptibility to calcium hydroxide pastes and their vehicles. **Journal of Endodontics**, v. 28, p. 758–761, 2002.

**LAURENT, P.; CAMPS, J.; ABOUT, I.** Biodentine™ induces TGF-β1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. **International Endodontic Journal**, v. 45, p. 439–448, 2012.

**LOPES, H. P.; SIQUEIRA JÚNIOR, J. F.** *Endodontia: biologia e técnica*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2024.

**MACKIE, I. C.** *The role of pulp tests in contemporary endodontics*. **Australian Endodontic Journal**, v. 24, n. 2, p. 63–67, 1998.

**MARCHESAN, M. A.; BRUGNERA-JÚNIOR, A.; OZORIO, J. E.; PÉCORA, J. D.; SOUSA-NETO, M. D.** Effect of 980-nanometer diode laser on root canal permeability after dentin treatment with different chemical solutions. **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 6, p. 721–724, 2008.

**NIEDERMAIER, K. C.; GUERISOLI, D. M. Z.** Apicificação com plug apical de MTA em dente traumatizado. **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 70, n. 2, p. 213–215, jul./dez. 2013.

**PORTER, M. L.; BERTÓ, A.; PRIMUS, C. M.; WATANABE, I.** Physical and chemical properties of new-generation endodontic materials. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 3, p. 524–528, 2010.

RAJASEKHARAN, S.; MARTENS, L. C.; CROLL, T. P.; DELEU, E.; CARPENTIER, P. J. Biodentine™ material characteristics and clinical applications: a review of the literature. **European Archives of Paediatric Dentistry**, v. 15, n. 3, p. 147–158, 2014.

SEIBEL, V. M.; SOARES, R. G.; LIMONGI, O. Histomorfologia do reparo após tratamento endodôntico em dentes com rizogênese incompleta: revisão de literatura. *Revista Sul-Brasileira de Odontologia*, v. 3, n. 2, p. 37–43, 2006.

SELDEN, H. S. Apexification: an interesting case. *Journal of Endodontics*, v. 28, n. 1, p. 44–45, 2002.

SHEEHY, E. C. M. Pulpal and periapical diagnosis: an update. **Journal of the Canadian Dental Association**, v. 63, n. 2, p. 182–187, 1997.

SIMON, S.; RILLIARD, F.; BERDAL, A.; MACHTOU, P. The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 3, p. 186–197, 2007.

YAMAUCHI, N.; YAMAUCHI, S.; NAGAOKA, H.; DUGGAN, D.; ZHONG, S.; LEE, S. M.; TEIXEIRA, F. B.; YAMAUCHI, M. Tissue engineering strategies for immature teeth with apical periodontitis. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 3, p. 390–397, 2011.