Trauma, Cirurgia e Medicina Intensiva

Edição III

Capítulo 20

MANEJO ENDODÔNTICO DE DENTES PERMANENTES IMATUROS TRAUMATIZADOS: DESAFIOS E AVANÇOS

RÔGER FERREIRA BORGES[1]
ANAHI DE PAULA MELO[2]
NARA SARMENTO MACEDO SIGNORELLI[2]
CARLOS JOSÉ SOARES[3]
PRISCILLA BARBOSA FERREIRA SOARES[3]
CAMILLA CHRISTIAN GOMES MOURA[3,4]

[1]Discente – Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia (FOUFU)
[2]Discente - Doutorado em Clínica Odontológica integrada da Universidade Federal de Uberlândia
[3]Docente - Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia (FOUFU)
[4]Discente - Faculdade de Medicina de Uberlândia (FATRA)

Palavras-Chave: *Traumatismo Dentário; Dentes Permanentes Imaturos; Terapias Endodônticas Regenerativas (TERs).*

DOI 10.59290/978-65-6029-184-3.20

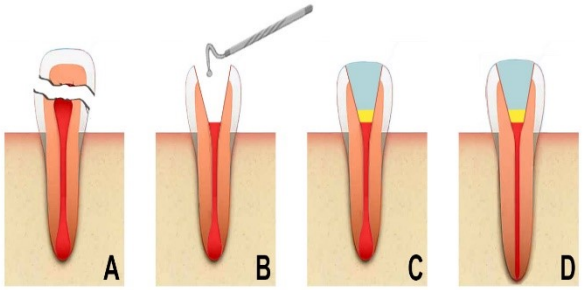
EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

Os traumatismos dentários representam uma das emergências odontológicas mais comuns em crianças e adolescentes, sendo frequentes principalmente em incisivos centrais e laterais superiores devido à maior exposição a impactos diretos (IADT, 2020). Um estudo global sobre traumas dentais aponta que cerca de 15,2% da população mundial já experimentou um algum tipo de trauma em dentes permanentes, com a maior prevalência até 12 anos (PETTI *et al.,* 2018). Estes eventos resultam de quedas, acidentes automobilísticos e atividades esportivas, podendo variar desde fraturas simples de esmalte até lesões mais graves, como luxações e avulsões dentárias, que envolvem um maior comprometimento das estruturas de suporte e da polpa dentária (LEVIN *et al.,* 2020). Dentes com rizogênese incompleta, ou seja, aqueles em que o desenvolvimento radicular ainda não está completo, apresentam um desafio adicional no manejo endodôntico após o trauma, devido à maior fragilidade estrutural e à vulnerabilidade da polpa dentária. Quando estamos diante de uma fratura coronária que envolve dentina e polpa, uma das opções terapêuticas são as pulpotomias (FONG & DAVIS, 2022). Esse procedimento envolve a remoção parcial ou total da porção coronária da polpa e o tratamento da porção remanescente, geralmente com materiais biocompatíveis como o Biodentine® (*Septodont, Saint-Maur-des-Fossés*, França) ou Trióxido Agregado Mineral (MTA) (OLIVEIRA *et al.,* 2020; OLIVEIRA *et al.,* 2021). Pode ser indicada desde que o dente apresente vitalidade pulpar preservada, sem sinais de necrose ou infecção radicular (CHENG *et al.,* 2024).

As pulpotomias são indicadas especialmente em casos de exposição pulpar traumática em dentes imaturos com rizogênese incompleta, onde há potencial para o desenvolvimento radicular contínuo (DONNELLY *et al.,* 2022, CHENG *et al.,* 2024). O objetivo do procedimento é remover a porção coronária da polpa inflamada ou exposta, mantendo a porção radicular vital (**Figura 20.1**), o que permite a cicatrização e a continuação da formação radicular (FONG & DAVIS, 2002). Este tratamento é particularmente eficaz quando realizado de forma precoce, em dentes que apresentam boas condições periodontais e resposta positiva a testes de vitalidade. O sucesso da pulpotomia também depende da ausência de sintomas clínicos, como dor espontânea ou percussão dolorosa, e de sinais radiográficos que indiquem inflamação extensa ou envolvimento apical (DONNELLY *et al.,* 2022).

Figura 20.1 Descrição do passo a passo para pulpotomia



Legenda: Dente traumatizado com exposição de polpa coronária (A); Remoção da polpa coronária (B); Inserção de material reparador na embocadura do canal seguido de restauração (C); Dente com desenvolvimento radicular completo após algum tempo de acompanhamento (D).

No entanto, nem todos os dentes imaturos traumatizados manterão sua vitalidade pulpar e poderão ser indicados para pulpotomia (CHENG *et al.,* 2022). A necrose pulpar é uma complicação comum em casos de traumatismos dentários, especialmente em luxações severas, como intrusões, ou avulsões (FOUAD *et al.,* 2020). A interrupção do suprimento sanguíneo, consequência do trauma, leva à morte do tecido pulpar, com implicações significativas para o desenvolvimento radicular (SHAH *et al.,* 2022). A perda da vitalidade pulpar nesses dentes pode resultar em raízes curtas e frágeis, paredes finas, aumentando o risco de fraturas futuras, e potencialmente comprometendo a longevidade do dente. O tratamento adequado nesses casos é essencial

não apenas para salvar o dente, mas também para promover o desenvolvimento radicular, garantindo sua funcionalidade a longo prazo (WEI *et al.,* 2022).

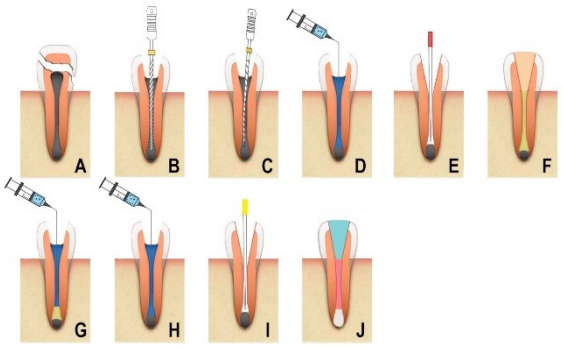
Necrose pulpar em dentes com rizogênese incompleta: opções terapêuticas

A necrose em dentes com rizogênese incompleta é particularmente problemática, uma vez que impede o crescimento da raiz em comprimento, resultando em dentes curtos, com proporção coroa raiz desfavorável, impedindo o fechamento apical natural e a continuação do espessamento das paredes dentinárias. Isso resulta em um dente estruturalmente mais frágil, susceptível a fraturas radiculares e com menor prognóstico a longo prazo (WIKSTRÖM *et al.,* 2021).

Até cerca de 20 anos atrás não havia opções terapêuticas disponíveis a não ser a realização da desinfecção do canal, seguida por múltiplas trocas de medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio até que fosse induzida a formação de uma barreira apical com tecido mineralizado e obturação do canal, o que levava meses e as vezes até mais de um ano, fazendo com que o paciente abandonasse o tratamento ou tivesse uma fratura catastrófica antes de sua conclusão (BONTE *et al.,* 2015, NICOLOSO *et al.,* 2019). A opção terapêutica que utiliza principalmente o hidróxido de cálcio associado à vários veículos para induzir o fechamento apical é conhecida como apexificação (LIN *et al.,* 2020). Esta técnica visa a formação de uma barreira apical calcificada que permite a obturação do canal radicular. Contudo, nos últimos anos, o advento de novos biomateriais fez com que essa opção ganhasse uma nova conotação, podendo ser realizada após uma única troca de medicação intracanal, caso não haja fístula, exsudato, e persistência de dor. O advento do MTA como biomaterial endodôntico fez com que fosse possível criar uma barreira artificial, com capacidade osteoindutora, favorecendo a realização desse procedimento devido à sua maior previsibilidade e rapidez na formação da barreira apical (NICOLOSO *et al.,* 2019). Estudos comparativos mostram que o MTA pode proporcionar uma barreira apical mais rápida e previsível, sendo preferido em muitos casos (SHAH *et al.,* 2022), embora nem sempre com resultados superiores ao hidróxido de cálcio quanto à taxa de sobrevivência (CHALA *et al.,* 2011). No entanto, o hidróxido de cálcio ainda é amplamente utilizado devido ao seu custo reduzido e à sua longa história de uso seguro e eficaz (SHAIK *et al.,* 2021).

A principal limitação da apexificação é que, embora permita a preservação do dente, não promove o desenvolvimento contínuo da raiz, mantendo-o dente vulnerável a fraturas devido às paredes dentinárias finas. Atualmente a apexificação envolve a formação de uma barreira apical artificial (**Figura 20.2**), através do uso de outros materiais além do MTA, como Biodentine®, ou mesmo o material nacional *Bioc Repair*® (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S.A., Londrina, Paraná, Brasil).

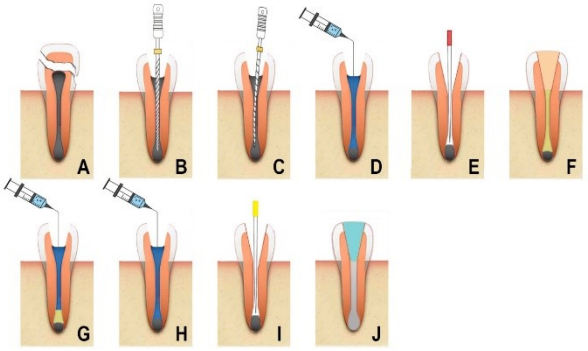
Figura 20.2 Descrição do passo a passo para a técnica de barreira apical artificial (Plug Apical)



Legenda: Dente fraturado com polpa necrosada (A); Odontometria após neutralização do terço cervical e médio (B); Instrumentação do terço apical (C); Irrigação abundante com hipoclorito de sódio (D); Remoção da umidade com cone de papel estéril (E); Inserção de medicação intracanal (F); Remoção da medicação intracanal após intervalo de ação da mesma com irrigação abundante utilizando hipoclorito de sódio (G) e (H); Remoção da umidade com cone de papel estéril (I); Confecção da barreira apical com cimento reparador seguido de obturação e restauração (J).

Embora essa opção não estimule o crescimento radicular, ela permite a posterior obturação do canal de forma tradicional. Uma variação desta técnica seria o completo preenchimento do canal radicular como um desses materiais (CHOTVORRARAK *et al.,* 2024), substituindo a guta percha (**Figura 20.3**), a qual pode ser tecnicamente menos complexa para um iniciante nas terapias endodônticas em dentes com rizogênese incompleta.

Figura 20.3 Descrição do passo a passo para a realização de uma terapia endodôntica regenerativa (TERs) realizando preenchimento do canal com MTA

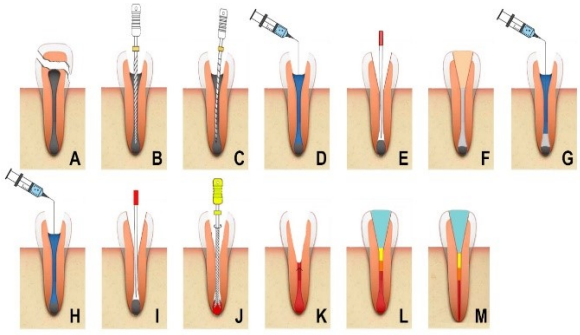


Legenda: Dente fraturado com polpa necrosada (A); Odontometria após neutralização do terço cervical e médio (B); Instrumentação do terço apical (C); Irrigação abundante com hipoclorito de sódio (D); Remoção da umidade com cone de papel estéril (E); Inserção de medicação intracanal (F); Remoção da medicação intracanal após intervalo de ação da mesma com irrigação abundante utilizando hipoclorito de sódio (G) e (H); Remoção da umidade com cone de papel estéril (I); Preenchimento do ápice e canal com material reparador (J).

Em alguns casos, especialmente quando o dente já possui uma rizogênese mais avançada, e o forame não se encontra tão amplo, pode optar-se pelo tratamento endodôntico convencional, utilizando por exemplo a técnica do cone de guta percha moldado para obturação, sem necessidade de trocas prolongadas de hidróxido de cálcio. No entanto, para dentes com o desenvolvimento radicular de CVEK (1992) compatível aos estágios 1, (menos de 1/2 da formação radicular concluída, com ápice aberto), estágio 2 (1/2 da formação radicular concluída, com ápice aberto) e estágio 3 (2/3 do desenvolvimento radicular concluído, com ápice aberto), o tratamento ideal não deve visar apenas a resolução da infecção, mas também a promoção do desenvolvimento radicular. Foi exatamente dentro deste contexto que surgiram opções terapêuticas capazes de estimular o desenvolvimento radicular conhecidas como terapias endodônticas regenerativas (TERs) ou popularmente revascularização (KIM *et al.,* 2018).

As TERs visam a regeneração do tecido pulpar através da indução da migração de células mesenquimais indiferenciadas (**Figura 20.4**), preferencialmente advindas da papila dental (SCHMALZ *et al.,* 2021; KAHLER *et al.,* 2024). As TERs representaram uma inovação no tratamento de dentes com necrose pulpar e rizogênese incompleta, que tem evoluído ainda mais nos últimos anos com a criação de *scaffolds* próprios (WEI *et al.,* 2022). Baseiam-se no conceito de regeneração tecidual, utilizando células-tronco, fatores de crescimento e *scaffolds* para estimular a regeneração do tecido pulpar e a continuidade do desenvolvimento radicular (LIN *et al.,* 2020; WEI *et al.,* 2022, MURRAY, 2022).

Figura 20.4 Esquema do passo a passo para a realização de uma terapia endodôntica regenerativa **(**TERs**)**



Legenda: Dente fraturado com polpa necrosada (A); Odontometria após neutralização do terço cervical e médio (B); Instrumentação do terço apical (C); Irrigação abundante com hipoclorito de sódio (D); Remoção da umidade com cone de papel estéril (E); Inserção de medicação intracanal (F); Remoção da medicação intracanal após intervalo de ação da mesma com irrigação abundante utilizando hipoclorito de sódio (G) e (H); Remoção da umidade com cone de papel estéril (I); Promoção de sangramento (J); Preenchimento do conduto através do sangramento estimulado (K); Proteção do coágulo sanguíneo e selamento

da embocadura do canal com cimento reparador (L); Dente com desenvolvimento adicional de raiz e fechamento do ápice após algum tempo de acompanhamento (M).

Uma das principais formas de se fazer isso é através da indução de sangramento no canal radicular, permitindo a entrada de células-mesenquimais da papila apical, que migram pelo coágulo de sangue no canal radicular e se diferenciam, resultando na formação de tecido semelhante à polpa. Variações da técnica com o uso de scaffolds, como o plasma rico em plaquetas (PRP) e a fibrina rica em plaquetas (PRF), proporciona um ambiente favorável para a regeneração (SCHMALZ *et al.,* 2021).

As TERs oferecem uma vantagem única em comparação aos métodos tradicionais ao possibilitarem o desenvolvimento contínuo da raiz, promovendo o espessamento das paredes radiculares e o fechamento apical (KIM *et al.,* 2018; LIN *et al.,* 2020; KAHLER *et al.,* 2024). No entanto, seu sucesso depende de uma desinfecção eficaz do canal radicular e de um protocolo rigoroso de tratamento. Estudos indicam que as taxas de sucesso de TERs podem variar, com algumas pesquisas mostrando uma taxa de sucesso acima de 80% (CHENG *et al.,* 2022).

Resumidamente, devemos optar que os dentes traumatizados sejam tratados com TER quando apresentam raiz curta, paredes do canal finas e ápice amplamente aberto, já que a apexificação não tem potencial para a maturação da raiz, não sendo capaz de gerar espessamento das paredes do canal e/ou continuação do desenvolvimento radicular. Dentes permanentes imaturos no estágio 4 de Cvek (1992), com formação radicular quase completa, mesmo que com ápice aberto podem ser tratados com TER ou com um tampão apical de MTA e preenchimento do canal radicular com obturação convencional, pois as paredes do canal possuem espessura e resistência suficientes (KIM *et al.,* 2018).

Diante do exposto, o presente capítulo visa por meio de casos clínicos, ilustrar três possibilidades de terapias endodônticas para dentes imaturos que sofreram traumatismo dental, incluindo as terapias regenerativas.

RELATO DE CASOS

CASO 1

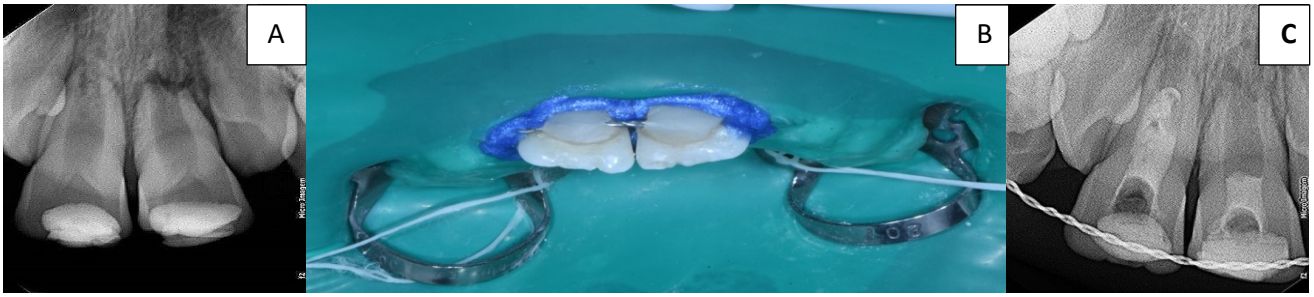
Diferentes intervenções endodônticas e diferentes desenvolvimentos radiculares em incisivos centrais imaturos traumatizados

Paciente de 6 anos apresentou-se na clínica de traumatismo dentoalveolar, da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), com dor na região dos dentes incisivos superiores (11 e 21), após um traumatismo com luxação intrusiva ocorrido 10 dias antes. O tratamento de urgência envolveu reposicionamento dos dentes e contenção rígida, realizado em pronto socorro odontológico.

Na consulta inicial, exames clínicos e radiográficos foram realizados. O dente 11 apresentava necrose pulpar e exposição acidental da polpa, sendo indicado o tratamento de regeneração pulpar. Já o dente 21 apresentava mínima exposição pulpar, com indicativo de vitalidade pulpar, sendo indicada uma pulpotomia parcial. Para o primeiro, o planejamento foi de realização em duas etapas clínicas e o segundo tratamento imediato em uma única sessão.

Sessão 1: No dente 11, foi realizada a abertura coronária, irrigação com hipoclorito de sódio 2,5% e medicação intracanal com hidróxido de cálcio. No dente 21, foi feita a remoção do ionômero de vidro, limpeza da polpa coronária com hipoclorito de sódio 2,5% e vedamento imediato com Biodentine® (**Figura 20.5**).

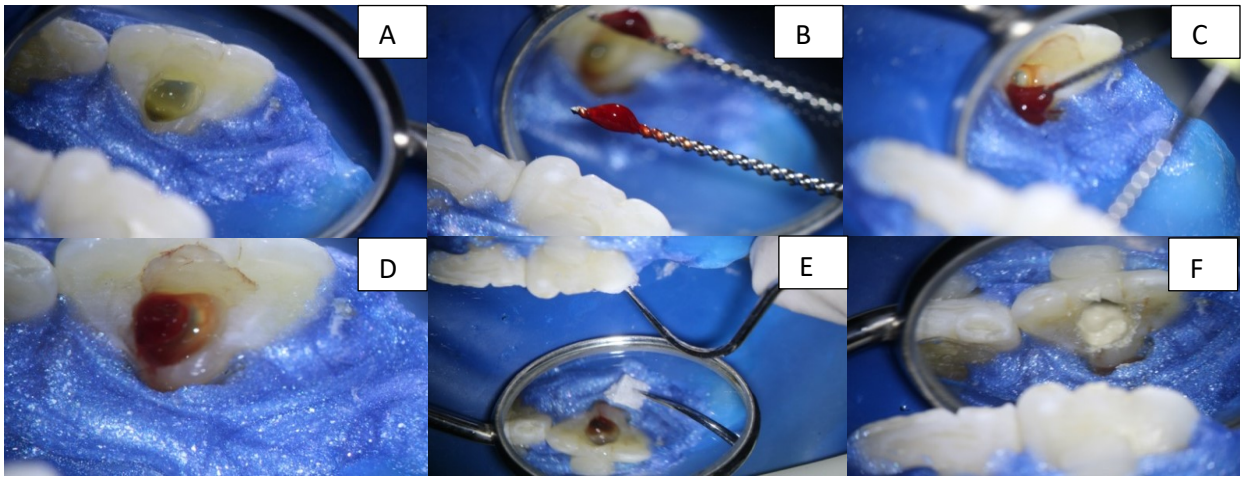
Figura 20.5 Imagens radiográficas e clínica da primeira sessão de tratamento endodôntico



Legenda: Imagem radiográfica de diagnóstico inicial (A); Isolamento absoluto modificado (B); Imagem radiográfica realizada após finalização da primeira sessão (C).

Sessão 2: A medicação intracanal do dente 11 foi removida e o canal foi preparado para a formação de um coágulo. Utilizou-se iPRF (fibrina rica em plaquetas injetáveis) para promover a regeneração, seguido da aplicação de um tampão de fibrina e selamento com cimento biocerâmico. Ambos os dentes foram restaurados com resina composta (**Figura 20.6**).

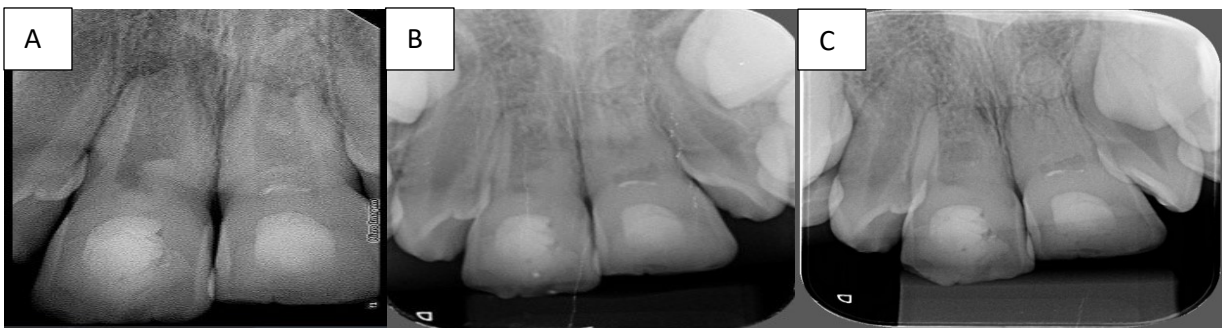
Figura 20.6 Etapas clínicas da terapia endodôntica regenerativa



Legenda: Injeção de iPRF no conduto (A); Promoção de coágulo com lima #80 (B) e (C); Geleificação de coágulo (D); Inserção de esponja de fibrina (E); Posicionamento de cimento biocerâmico sob esponja de fibrina em terço cervical (F).

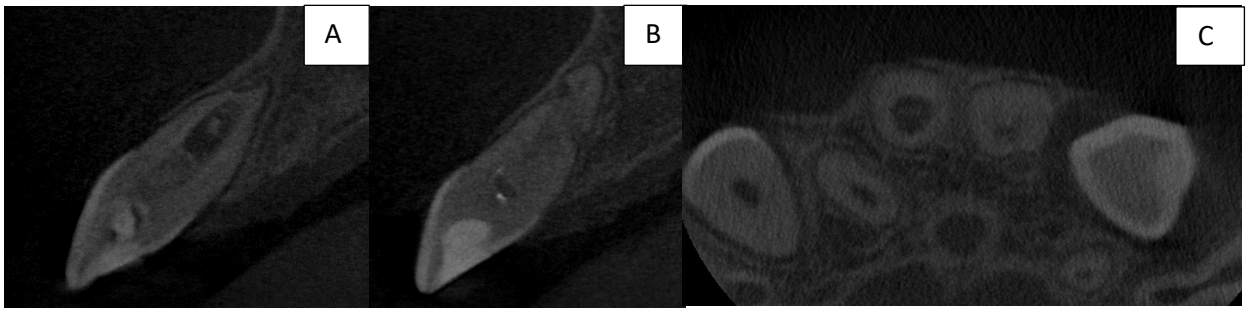
Após 36 meses de acompanhamento clínico e radiográfico, ambos os dentes apresentaram bom desenvolvimento radicular, sem sinais de dor, fístulas ou mobilidade, e mantiveram função adequada (**Figuras 20.7, 20.8, 20.9 e 20.10**).

Figura 20.7 Acompanhamento radiográfico



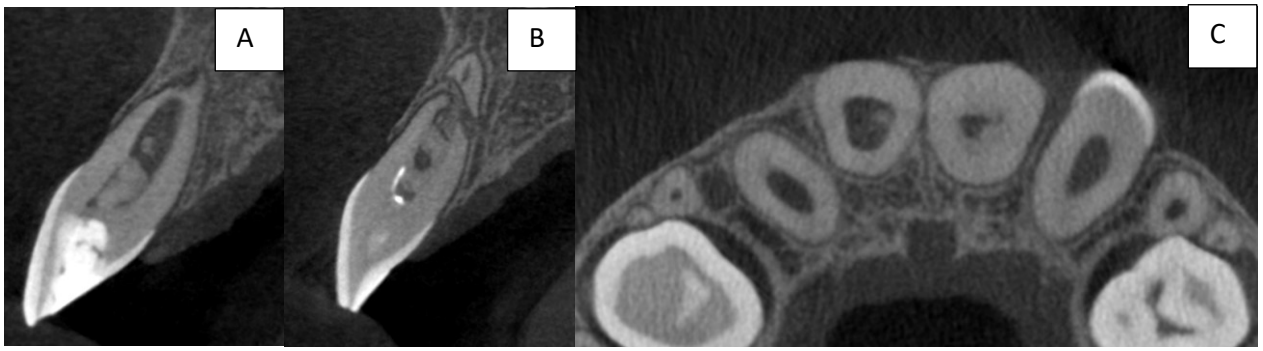
Legenda: Imagens radiograficas de proservação com 12 (A), 27 (B) e 36(C) meses do caso.

Figura 20.8 Cortes tomográficos da proservação de 12 meses



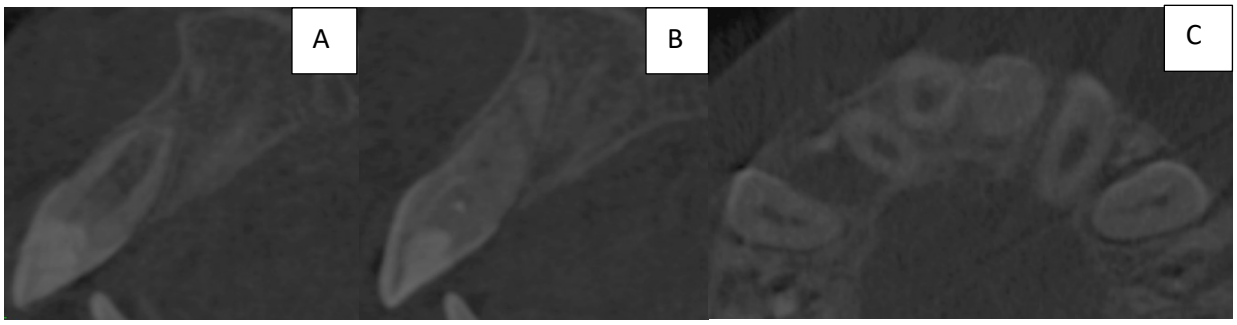
Legenda: Dente 11 com aparente fechamento apical – corte sagital (B); Dente 21 com aparente início de calcificação de conduto radicular– corte sagital; C- Imagens axiais mostrando luz de canal em elementos 11 e 21 (terço médio).

Figura 20.9 Cortes tomográficos da proservação de 24 meses



Legenda: Dente 11 com aparente fechamento apical – corte sagital (A); Dente 21 com extensa calcificação de conduto radicular– corte sagital (B); Imagens axiais mostrando luz de canal em elemento 11 e calcificação em 21 (terço médio) (C).

Figura 20.10 Cortes tomográficos da proservação de 36 meses



Legenda: Dente 11 com aparente fechamento apical, e formação de tecido dentinário (calcificação) ao centro – corte sagital (A); Dente 21 com extensa calcificação de conduto radicular, e formação de ponte calcificada unindo o fragmento apical – corte sagital (B); Imagens axiais mostrando luz de canal em elemento 11 e calcificação em 21 (terço médio) (C).

CASO 2

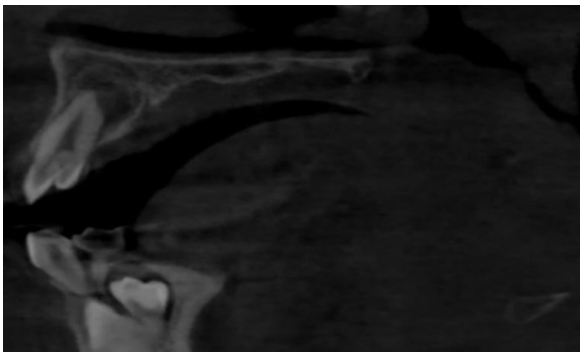
Regeneração pulpar em dente anterior com anatomia complexa e abscesso agudo – terapias complementares

Paciente de 10 anos apresentou-se ao pronto-socorro odontológico devido a um abscesso agudo no dente 12, com drenagem de exsudato pelo palato. O paciente relatou ter sofrido um trauma com um controle remoto há cerca de seis meses, causando dor inicial, mas sem outros sintomas até a recente agudização do quadro.

No atendimento de urgência, foi realizada abertura coronária e o paciente foi encaminhado para a clínica especializada em traumatismo dentoalveolar da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Uma tomografia computadorizada revelou uma anatomia com ultrassom, seguida de

terapia fotodinâmica (PDT) com azul de metileno 0,010% e aplicação de laser vermelho (660 nm). complexa do tipo "dens in dente" e uma extensa lesão periapical que se estendia até o palato (**Figura 20.11**).

Figura 20.11 Tomografia realizada previamente ao tratamento

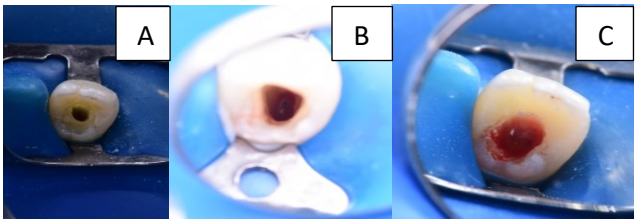


Legenda: Corte tomográfico sagital evidenciando anatomia complexa e extensão de lesão periapical.

Na clínica especializada, foi realizado o refinamento da abertura coronária, irrigação com hipoclorito de sódio a 2,5% abundante e ativada.

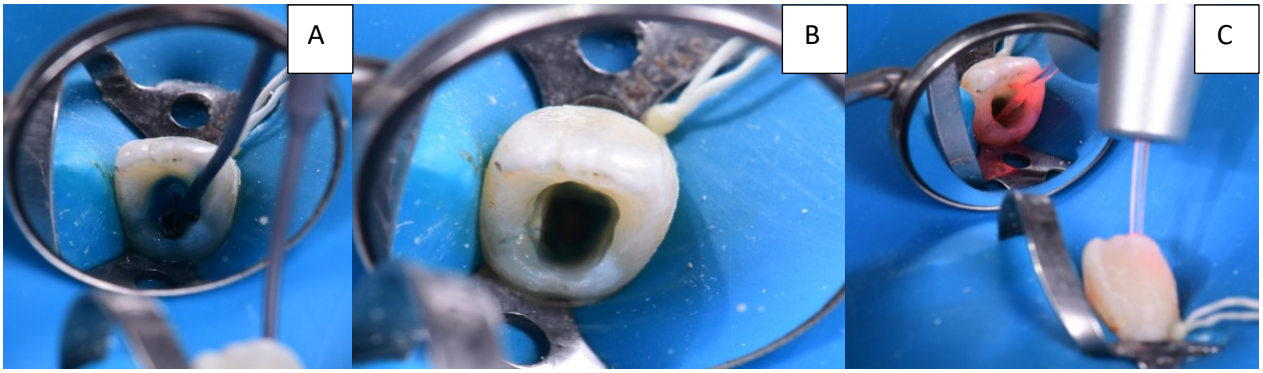
Na consulta de retorno, 15 dias depois, o paciente estava assintomático (**Figura 20.12** e **20.13**).

Figura 20.12 Imagens de algumas etapas clínicas



Legenda: Imagem clínica da abertura coronária insuficiente (A); Refinamento de abertura coronária contemplando a anatomia complexa do dente (B); Drenagem de secreção purulenta após início da instrumentação (C).

Figura 20.13 Imagens demonstrando a aplicação do laser intracanal



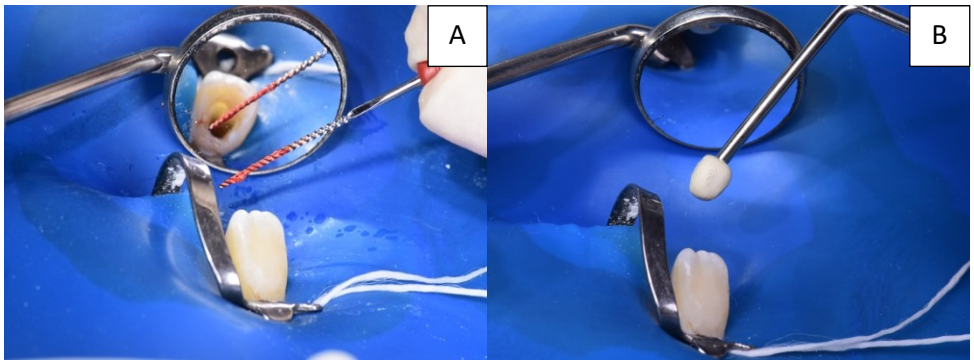
Legenda: Inserção de azul de metileno 0,010% (A); Presença do azul de metileno no conduto radicular (B); Ativação do azul de metileno com laser vermelho no comprimento de onda 660nm, utilizando fibra ótica (C).

Devido à ausência de sintomas e ao ápice ainda em formação, optou-se pela realização do procedimento de regeneração pulpar. O paciente passou por mais uma sessão de medicação intracanal com hidróxido de cálcio e foi reagendado para a revascularização após 15 dias.

No dia do procedimento de regeneração, o paciente continuava assintomático, sem drenagem de exsudato nos últimos 15 dias e sem uso de nenhuma medicação. A terapia regenerativa foi realizada seguindo os passos recomendados na literatura, com a promoção do coágulo sanguíneo no interior do canal e o selamento com material biocerâmico (**Figura 20.14**).

O acompanhamento clínico e radiográfico do paciente indicou boa evolução, com sinais de fechamento apical e desenvolvimento contínuo da raiz. O dente permaneceu assintomático, sem sinais de infecção, e houve resposta positiva ao tratamento regenerativo.

Figura 20.14 Demonstração clínica da técnica regenerativa



Legenda: Imagem clínica da estimulação apical do coágulo (A); Inserção de material biocerâmico na porção cervical após geleificação de coágulo (B).

DISCUSSÃO

A abordagem endodôntica em dentes traumatizados, particularmente em casos de rizogênese incompleta, traz à tona uma série de desafios clínicos complexos, abrangendo tanto o diagnóstico quanto o tratamento. Avanços técnicos como regeneração pulpar e apexificação, têm ampliado as possibilidades de tratamento para dentes imaturos que sofrem necrose pulpar. A regeneração endodôntica, que se baseia no uso de células-tronco, *scaffolds* e fatores de crescimento, possibilita o desenvolvimento contínuo da raiz e a recuperação da vitalidade do dente, oferecendo uma alternativa aos métodos convencionais, como a apexificação, que se limita a criar uma barreira apical sem promover o crescimento adicional da raiz (KIM *et al.,* 2018).

Contudo, a execução de procedimentos regenerativos exige treinamento especializado, conhecimento sobre os princípios da técnica e suas melhores indicações. Muitos profissionais com larga experiência ainda não dominam essas técnicas, e são céticos quanto aos resultados, o que limita sua aplicabilidade na prática clínica em larga escala. A capacitação de endodontistas para que compreendam as indicações, limitações e técnicas dos procedimentos regenerativos constitui um desafio atual, sendo imprescindível investir em programas de educação continuada e treinamento direcionado para a adoção segura e eficaz dessas inovações (KIM *et al.,* 2018).

Como demonstrado pelos casos apresentados neste capítulo, a regeneração pulpar em dentes com rizogênese incompleta também se apresenta como uma alternativa viável para o sistema público de saúde, pois oferece um tratamento menos demorado em comparação aos métodos endodônticos tradicionais em dentes imaturos e, portanto, com maior possibilidade de adesão por parte do paciente e sua família. Sua reprodutibilidade pode ser comprovada pelos casos executados na clínica de traumatismo dento-alveolar da Universidade Federal de Uberlândia, onde graduandos orientados por pós-graduandos tem a possibilidade de vivenciar essa prática e serem difundidores desses conhecimentos. A possibilidade de requerer menos recursos e consultas tornam essas abordagens atrativas para implementação em contextos de saúde pública (CHENG *et al.,* 2022; KIM *et al.,* 2018; MESCHI *et al.,* 2022; MURRAY, 2023).

Um ponto fundamental é a necessidade de um acompanhamento rigoroso dos casos tratados, pois o monitoramento é crucial para avaliar o desenvolvimento radicular e identificar complicações precocemente. A adesão do paciente ao retorno é um desafio adicional, especialmente em contextos sociais vulneráveis, onde o acesso ao atendimento odontológico é limitado, dificultando o seguimento. Mas essa é uma realidade

compartilhada para qualquer modalidade de tratamento que envolva traumatismos dento-alveolares. A ausência desse acompanhamento pode comprometer o sucesso do tratamento, uma vez que intervenções precoces em casos de recidiva ou complicações são determinantes para a preservação do dente (MURRAY, 2023).

Por fim, a orientação ao paciente e à família é essencial para prevenir novos traumatismos e garantir a preservação dos resultados alcançados. Traumas secundários em dentes tratados podem comprometer irreversivelmente o prognóstico, destacando a importância de instruir os pacientes sobre medidas preventivas, como o uso de protetores bucais em atividades esportivas e cuidados para evitar quedas, principalmente em crianças e adolescentes, que representam a população mais afetada por traumas dentários (LEVIN *et al.,* 2020).

CONCLUSÃO

A regeneração endodôntica em dentes com rizogênese incompleta representa um avanço promissor no tratamento de traumas dentários, proporcionando alternativas significativas aos métodos tradicionais, como a apexificação. Procedimentos como regeneração pulpar promovem o desenvolvimento radicular contínuo, aumentando a sobrevida dos dentes e reduzindo o risco de fraturas futuras. No entanto, o diagnóstico precoce e o manejo adequado ainda constituem desafios para os profissionais. A formação continuada e o treinamento específico de endodontistas são cruciais para a implementação eficaz dessas técnicas. Além disso, a incorporação dessas terapias no sistema público de saúde deve ser priorizada para garantir equidade no acesso ao tratamento. O acompanhamento cuidadoso dos casos e a orientação para prevenção de novos traumas são fundamentais para o sucesso a longo prazo, demonstrando o potencial da regeneração endodôntica para restaurar efetivamente a saúde bucal dos pacientes.

AGRADECIMENTOS

Este capítulo de livro foi elaborado com o apoio de financiamento de pesquisa, concedido em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001; pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico –CNPq (INCT Saúde Oral e Odontologia) 406840/2022-9; 406261/2023-7; e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, números de concessão APQ-02105-18 e APQ-00927-23.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONTE, E. *et al.* MTA versus $Ca(OH)^2$ in apexification of non-vital immature permanent teeth: a randomized clinical trial comparison. Clinical Oral Investigations, v. 19, n. 6, p. 1381, 2015. doi: 10.1007/s00784-014-1348-5.

CHALA, S. *et al*. Apexification of immature teeth with calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate: systematic review, and meta-analysis. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, v. 112, n. 4, p. e36, 2011. doi: 10.1016/j.tripleo.2011.03.047.

CHENG, J. *et al.* Treatment Outcomes of Regenerative Endodontic Procedures in Traumatized Immature Permanent Necrotic Teeth: A Retrospective Study. Journal of Endodontics, v. 48, n. 9, p. 1129, 2022. doi: 10.1016/j.joen.2022.03.015.

CHENG, J. *et al.* Treatment outcomes of permanent teeth with uncomplicated and complicated crown fractures and factors associated with pulp survival: A retrospective study. Dental Traumatology, v. 40, n. 3, p. 306, 2024. doi: 10.1111/edt.12907.

CHOTVORRARAK, K. *et al.* Intraradicular reinforcement of traumatized immature anterior teeth after MTA apexification. Dental Traumatology, v. 40, n. 4, p. 389, 2024. doi: 10.1111/edt.12947.

CVEK, M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. Endodontics and Dental Traumatology, v. 8, n. 2, p. 45, 1992. doi: 10.1111/j.1600-9657.1992.tb00228.x.

DONNELLY, A. *et al.* Pulpotomy for treatment of complicated crown fractures in permanent teeth: A systematic review. International Endodontic Journal, v. 55, n. 4, p. 290, 2022. doi: 10.1111/iej.13690.

FONG, C.D., Davis, M.J. Partial pulpotomy for immature permanent teeth, its present and future. Pediatric Dentistry Journal, v. 24, n. 1, p. 29, 2002.

FOUAD, A.F. *et al.* International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 2. Avulsion of permanent teeth. Dental Traumatology, v. 36, n. 4, p. 331, 2020. doi: 10.1111/edt.12573.

IADT. Guidelines for the Evaluation and Management of Traumatic Dental Injuries 2020. Disponível em: <https://iadt-dentaltrauma.org/guidelines-and-resources/guidelines/>. Acesso em: 27 out. 2024.

KAHLER, B. *et al.* Regenerative endodontic treatment and traumatic dental injuries. Dental Traumatology, v. 40, n. 6, p. 618, 2024. doi: 10.1111/edt.12979.

KIM, S.G. *et al.* Regenerative endodontics: A comprehensive review. International Endodontic Journal, v. 51, p. 1367, 2018. doi.org/10.1111/iej.12954.

LEVIN, L. *et al.* International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: General introduction. Dental Traumatology, v. 36, p. 309, 2020. doi.org/10.1111/edt.12574.

LIN, L.M. *et al.* Vital pulp therapy of mature permanent teeth with irreversible pulpitis from the perspective of pulp biology. Australian Endodontic Journal, v. 46, n. 1, p. 154, 2020. doi: 10.1111/aej.12392.

MESCHI, N *et al.* Effectiveness of revitalization in treating apical periodontitis: A systematic review and meta-analysis. International Endodontic Journal, v. 56, Suppl 3, p. 510, 2022. doi: 10.1111/iej.13778.

MURRAY, P.E. Review of guidance for the selection of regenerative endodontics, apexogenesis, apexification, pulpotomy, and other endodontic treatments for immature permanent teeth. International Endodontic Journal, v. 56, Suppl 2, p. 188, 2023. doi: 10.1111/iej.13809.

NICOLOSO, G.F. *et al.* Pulp Revascularization or Apexification for the Treatment of Immature Necrotic Permanent Teeth: Systematic Review and Meta-Analysis. Journal of Clinical Pediatric Dentistry, v. 43, n. 5, p. 305, 2019. doi: 10.17796/1053-4625-43.5.1.

OLIVEIRA, L.V. *et al.* A laboratory evaluation of cell viability, radiopacity and tooth discoloration induced by regenerative endodontic materials. International Endodontic Journal, v. 53, n. 8, p. 1140, 2020. doi: 10.1111/iej.13308.

OLIVEIRA, L.V. *et al.* Biological parameters, discolouration and radiopacity of calcium silicate-based materials in a simulated model of partial pulpotomy. International Endodontic Journal, v. 54, n. 11, p. 2133, 2021. doi: 10.1111/iej.13616.

PETTI, S. *et al*. World traumatic dental injury prevalence and incidence, a meta-analysis-One billion living people have had traumatic dental injuries. Dental Traumatology, v. 34, n. 2, p. 71, 2018. doi: 10.1111/edt.12389.

SCHMALZ, G. *et al.* Clinical Perspectives of Pulp Regeneration. Journal of Endodontics, v. 46, n. 9S, p. S161, 2020. doi: 10.1016/j.joen.2020.06.037. Erratum in: Journal of Endodontics, v. 47, n. 2, p. 335, 2021. doi: 10.1016/j.joen.2020.11.011.

SHAH, A. *et al.* Pulp therapy and root canal treatment techniques in immature permanent teeth: an update. Brazilian Dental Journal, v. 232, n. 8, p. 524, 2022. doi: 10.1038/s41415-022-4139-4.

SHAIK, I. *et al*. Comparison of the Success Rate of Mineral Trioxide Aggregate, Endosequence Bioceramic Root Repair Material, and Calcium Hydroxide for Apexification of Immature Permanent Teeth: Systematic Review and Meta-Analysis. Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences, v. 13, Suppl 1, p. S43, 2021. doi: 10.4103/jpbs.JPBS_810_20.

WEI, X. *et al*. Expert consensus on regenerative endodontic procedures. International Journal of Oral Science, v. 14, n. 1, p. 55, 2022. doi: 10.1038/s41368-022-00206-z.

WIKSTRÖM, A. *et al.* What is the best long-term treatment modality for immature permanent teeth with pulp necrosis and apical periodontitis? European Archives of Paediatric Dentistry, v. 22, n. 3, p. 311, 2021. doi: 10.1007/s40368-020-00575-1.