



**CESPU**  
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

# Tratamento de dentes permanentes imaturos necrosados por trauma

Revisão Sistemática

Carmen Rodríguez Castro

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

—

Gandra, junho de 2023

**Carmen Rodríguez Castro**

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária  
(Ciclo Integrado)**

**Tratamento de dentes permanentes imaturos necrosados por  
trauma  
Revisão Sistemática**

Trabalho realizado sob a Orientação de  
"Doutor José Leonel Fontoura Correia de Sousa"

## DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.



## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, por terem confiado em mim e por terem feito o esforço para que eu pudesse dedicar o resto da minha vida ao que mais gosto.



## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus pais pelo seu apoio incondicional, pela sua confiança em mim e por me permitirem dedicar o resto da minha vida à minha vocação.

À minha família pelo seu envolvimento e preocupação ao longo destes 5 anos.

À minha binómia Cristina por ter sido um apoio ao longo destes 5 anos, tanto a nível académico como pessoal, e acima de tudo ser uma maravilhosa amiga.

Às minhas amigas em Portugal, obrigado por se tornarem a minha segunda família e serem parte essencial destes anos maravilhosos. Sempre vos levarei no meu coração.

Aos meus amigos em Espanha, porque apesar da distância, sempre me senti muito próxima deles em todos os momentos.

Aos meus colegas da turma, especialmente ao Pedro e ao Lucas, por terem feito parte deste último ano.

Agradecer ao meu orientador o Prof. Doutor José Leonel Fontoura Correia de Sousa, pelo seu tempo e dedicação na execução deste trabalho.



## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** o trauma dentário é um acontecimento comum na população infantil. Quando um dente em formação sofre necrose como resultado de um trauma, seu desenvolvimento radicular é interrompido, resultando em dentes com características anatômicas específicas.

**OBJECTIVOS:** estudo e descrição das diferentes técnicas para o tratamento de dentes permanentes imaturos necróticos traumatizados e comparação dos resultados clínicos e radiográficos das diferentes técnicas.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** pesquisa realizada entre 2011-2023 na base de dados Pubmed com as palavras-chave: "Immature teeth", "immature permanent teeth", "dental trauma", "dental treatment", "apexificaton".

**RESULTADOS:** encontraram-se 233 artigos, dos quais, finalmente foram selecionados 22 artigos para esta revisão.

**DISCUSSÃO:** a necrose pulpar causada por um trauma vai implicar a colonização bacteriana do canal radicular que pode expandir-se afetando os tecidos adjacentes resultando em inflamação dos tecidos periapicais. A desinfecção é o primeiro passo para obter sucesso no tratamento e eliminar os sintomas. Para o tratamento de dentes permanentes imaturos necrosados existem duas opções principais que são a apexificação com diferentes materiais como são o hidróxido de cálcio, MTA, Biodentine ou CEM. Além da apexificação também podemos optar pela revascularização pulpar para o tratamento destes dentes.

**CONCLUSÃO:** a apexificação e a revascularização pulpar são duas técnicas eficazes para o tratamento de dentes permanentes imaturos necrosados por trauma, sendo que a revascularização pulpar pode ser considerada como um tratamento de primeira escolha, uma vez que promove o desenvolvimento radicular e no caso desta falhar a apexificação poderia ser realizada como segunda opção.

**Palavras-chave:** dentes imaturos, dentes permanentes imaturos, trauma dentário, tratamento dentário, apexificação.



## **ABSTRACT**

**INTRODUCTION:** dental trauma is a common event in the child population. When a forming tooth undergoes necrosis as a result of trauma, its root development is disrupted, resulting in teeth with specific anatomical features.

**OBJECTIVES:** study and description of the different techniques for the treatment of traumatized necrotic immature permanent teeth and comparison of the clinical and radiographic results of the different techniques.

**MATERIALS AND METHODS:** research conducted between 2011-2023 in the Pubmed database with the keywords: "Immature teeth", "immature permanent teeth", "dental trauma", "dental treatment", "apexificaton".

**RESULTS:** a total of 233 articles were found, of which 22 articles were finally selected for this review.

**DISCUSSION:** pulp necrosis caused by trauma will imply bacterial colonization of the root canal that can expand affecting adjacent tissues resulting in inflammation of periapical tissues. Disinfection is the first step to successful treatment and eliminating symptoms. For the treatment of necrotic immature permanent teeth there are two main options that are the apexification with different materials such as calcium hydroxide, MTA, Biodentine or CEM. In addition to apexification we can also opt for pulp revascularization for the treatment of these teeth.

**CONCLUSION:** apexification and pulp revascularization are two effective techniques for the treatment of immature permanent teeth necrotized by trauma, and pulp revascularization can be considered as a treatment of first choice, since it promotes root development and in case it fails apexification could be performed as a second option.

**Keywords:** immature teeth, immature permanent teeth, dental trauma, dental treatment, apexification.



## ÍNDICE GERAL

1.Introdução. ....	1
2.Objetivos. ....	2
3.Materiais e métodos. ....	3
4.Resultados. ....	5
5.Discussão. ....	18
5.1.Protocolos de desinfecção canalар ....	20
5.2 Apexificação. ....	23
5.2.1 Apexificação com hidróxido de cálcio. ....	23
5.2.2. Apexificação com agregado trióxido mineral. ....	25
5.2.3 Apexificação com novos cimentos biocerâmicos. ....	27
5.3 Revascularização pulpar ....	30
6.Conclusão. ....	34
Referências Bibliográficas. ....	35



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de seleção de artigos. ....	4
--	---



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Dados e resultados extraídos dos estudos incluídos. ....	6
--	---



## LISTA DE ABREVIATURAS

SCAP- Células estaminais da papila apical

NaOCl-Hipoclorito de Sódio

DSPP-Sialofosfoproteína da dentina

EDTA- Ácido etilendiaminotetraacético

DNA- Ácido desoxirribonucleico

MTA-Trióxido mineral agragado

Ca(OH)<sub>2</sub>-Hidróxido de cálcio

HC-Hidróxido de cálcio

Ca<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>-Silicato tricalcico

CEM-Cimento enriquecido com cálcio

PRF-Fibrina rica em plaquetas

TAP- Pasta tripla antibiótica

CHP- Clorexidina



## 1. INTRODUÇÃO

O trauma dentário é um acontecimento muito comum na população infantil, especialmente em crianças entre os 5 e os 9 anos de idade<sup>(1)</sup>, população em que os dentes ainda estão em fase de desenvolvimento. Sabe-se que o tempo que um dente demora a completar a sua rizogénese a partir da sua erupção é de um a quatro anos, dependendo do paciente e do dente.

Quando um dente que está nessa fase de formação é afetado por um processo traumático, pode sofrer diferentes complicações, entre as quais está a necrose pulpar, resultando em dentes permanentes imaturos necrosados.

Numa situação de necrose pulpar, o tratamento de escolha seria uma endodontia convencional, mas quando se trata de dentes permanentes imaturos em que o ápice ainda não foi formado na sua totalidade, este tratamento não é possível porque não apresenta as condições ideais para este tratamento.

Quando um dente em formação sofre necrose como resultado de um evento traumático, seu desenvolvimento radicular é interrompido, resultando em dentes que têm características anatómicas específicas. Estes dentes permanentes imaturos têm paredes radiculares paralelas ou divergentes, o que facilita a extrusão de material de obturação para os tecidos periapicais. Além disso, apresentam paredes mais finas, o que os torna mais suscetíveis a fraturas<sup>(2)</sup>. Estas características tornam o tratamento destes dentes num desafio para os médicos dentistas.

Historicamente, o tratamento de escolha para um dente permanente imaturo tem sido a apexificação com hidróxido de cálcio. Este material permite a eliminação da infeção intracanal, bem como a formação de uma barreira calcificada na área apical que permitirá o tratamento endodôntico futuro<sup>(3)</sup>. Embora a eficácia do hidróxido de cálcio para o tratamento destes dentes esteja demonstrada, ele apresenta uma série de inconvenientes tais como: a necessidade de visitas repetidas ao consultório para completar o tratamento, bem como o facto de os dentes tratados terem um menor comprimento e espessura, tornando-os mais suscetíveis a fraturas.

Devido aos inconvenientes demonstrados pelo uso do HC, outros materiais alternativos foram procurados para a realização deste tratamento. É neste grupo que se encontra o MTA, um material que se revelou igualmente eficaz, uma vez que possui uma grande

biocompatibilidade e uma elevada capacidade de vedação e que, por sua vez, permite reduzir o número de visitas ao consultório<sup>(3)</sup>. No entanto, este material tem a grande desvantagem de poder produzir a descoloração da porção coronária do dente.

Na tentativa de resolver este problema, foram procurados outros materiais, como a Biodentine, que tem taxas de sucesso comparáveis tanto ao hidróxido de cálcio como ao MTA e resolve o problema apresentado pelo uso do MTA relativamente à descoloração dentária.

Apesar de apresentar ótimos resultados, o tratamento de apexificação não permite continuar com o desenvolvimento radicular em grande parte dos dentes tratados. Por isso, ao longo dos anos foram pesquisadas possíveis técnicas que pudessem ser mais resolutivas a longo prazo.

Na década de 2000 foi introduzido um novo conceito, a revascularização pulpar. Este tratamento consiste em promover o fechamento do ápex, mas ao mesmo tempo, permite a regeneração pulpar permitindo que o desenvolvimento radicular continue<sup>(4)</sup>, tendo como resultado dentes com espessura e comprimento radiculares maiores, sendo assim menos suscetíveis a fraturas.

## **2.OBJETIVOS**

1. Estudar e descrever as diferentes técnicas para o tratamento de dentes permanentes imaturos necróticos traumatizados.
2. Comparar os resultados clínicos e radiográficos das técnicas e determinar se há superioridade de umas sobre as outras com base nesses resultados.

### 3.MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica de artigos na base de dados PubMed. As palavras-chave utilizadas foram:

**"Immature teeth" OR "immature permanent teeth" AND "dental trauma" AND "dental treatment" OR "apexificaton".**

Para os resultados desta pesquisa foram selecionados artigos pela sua pertinência ao tema respeitando os critérios de inclusão e exclusão.

Os critérios de inclusão abrangeram artigos publicados entre 2011 e 2023 publicados no idioma inglês, espanhol ou português, cujos resumos foram considerados relevantes sobre o tratamento de dentes permanentes imaturos necrosados por trauma.

Os critérios de exclusão, eliminam os artigos com resumos considerados não relevantes para este tema após a sua leitura, artigos não publicados em inglês, português ou espanhol. Foram analisados independentemente os títulos e resumos de artigos potencialmente relevantes.

Foi realizada uma leitura individual de cada um dos artigos encontrados para fazer uma segunda seleção. Estudos com os seguintes critérios também foram excluídos: (1) dentes cuja origem da necrose não foi trauma; (2) dentes cuja origem da necrose não era especificada. Os artigos selecionados foram lidos e avaliados individualmente quanto ao objetivo desta dissertação.

Como ponto de partida desta revisão sistemática, foi formulada uma questão, segundo a metodologia "PICO" (Population, Intervention, Comparison, Outcome). A questão foi:

*Qual é a melhor opção de tratamento para dentes permanentes imaturos traumatizados necrosados?*

• **Questões de pesquisa (metodologia PICO)**

1. **População.** Pacientes com dentes permanentes imaturos necrosados por trauma.
2. **Intervenção.** Tratamento de dentes permanentes imaturos necrosados por trauma com revascularização pulpar.
3. **Comparação.** Tratamento de dentes permanentes imaturos necrosados por trauma com apexificação com hidróxido de cálcio ou cimentos biocerâmicos.
4. **Resultados.** O uso da revascularização pulpar pode ser uma alternativa eficaz no

tratamento de dentes permanentes imaturos, já que mostrou grande efetividade e alguma possível vantagem comparada com a apexificação.

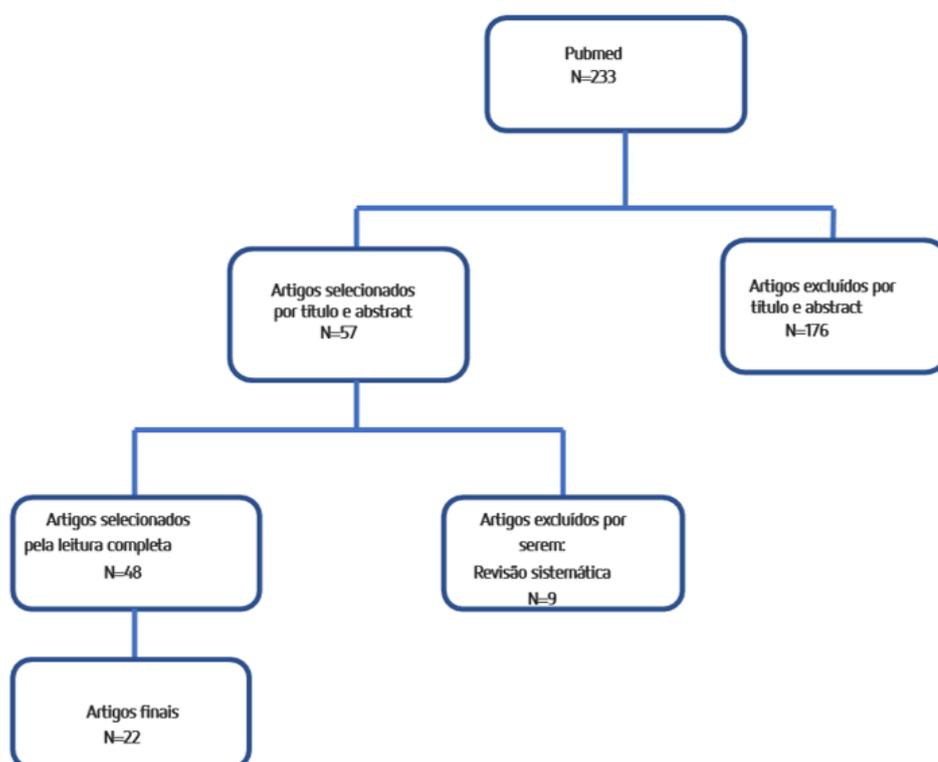


Figura 1-Diagrama de seleção dos artigos.

#### **4.RESULTADOS**

Dos 22 artigos finais selecionados, 2 analisam as propriedades do HC, 4 são relativos ao sucesso da apexificação com os diferentes tipos de materiais disponíveis no mercado, 8 abordam o sucesso da revascularização pulpar, 4 falam sobre diferentes materiais biocerâmicos disponíveis no mercado e 4 comparam o sucesso da técnica de apexificação e revascularização pulpar.

Todos os artigos estão resumidos no quadro seguinte (Tabela 1).

Título/Autor/Ano	Objetivos	Materiais e métodos	Resultados	Conclusão
<p><b>The effect of frequency of calcium hydroxide dressing change and various pre- and inter-operative factors on the endodontic treatment of traumatized immature permanent incisors</b> <i>Ghaeth H. Yassen, Judith Chin, Ahmed G. Mohammedsharif, Saif S. Alsoufy, Samer S. Othman, George Eckert</i> 2011  (10)</p>	<p>Determinar o efeito do número de aplicações do hidróxido de cálcio [Ca(OH)<sub>2</sub>] como medicação na formação da barreira apical em incisivos permanentes imaturos com polpas necróticas e investigar o efeito de vários fatores clínicos antes e durante o tratamento que podem estar associados à frequência das aplicações de Ca(OH)<sub>2</sub>.</p>	<p>O estudo envolveu 21 indivíduos saudáveis, de 8 a 12 anos. Vinte e três incisivos centrais permanentes traumatizados imaturos foram tratados com pó de Ca(OH)<sub>2</sub> misturado com sulfato de bário e água destilada. O progresso da formação da barreira foi revisto após 6 meses da primeira colocação de Ca(OH)<sub>2</sub> e depois a cada 3 meses até a detecção de uma barreira apical. As avaliações clínicas e radiográficas foram realizadas antes e após cada tratamento. Os dados foram avaliados pelo teste chi-square</p>	<p>A formação da barreira apical foi bem sucedida para todos os 23 dentes. Dezassete dentes (74%) necessitaram apenas de uma única aplicação de Ca(OH)<sub>2</sub>, enquanto seis (26%) necessitaram de mais de uma aplicação. O tempo médio de formação da barreira apical foi de 30 semanas e o número médio de trocas de curativo de Ca(OH)<sub>2</sub> foi de 1,3. Foi encontrada uma associação positiva entre os dentes que apresentaram deslocamento e o número de trocas de Ca(OH)<sub>2</sub> (P = 0,004)</p>	<p>Uma aplicação inicial de 6 meses de curativo de Ca(OH)<sub>2</sub> seguida de substituições de 3 meses (geralmente em dentes com deslocamento e/ou lesão periapical fistulada) pode ser usada com sucesso no tratamento de apexificação. Isto ajuda a reduzir o número de trocas de curativo de Ca(OH)<sub>2</sub>, o número de consultas, o custo do tratamento e a exposição à radiação</p>

<p><b>Apexification of Anterior Teeth: A Comparative Evaluation of Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide Paste</b> <i>Damle S.G. / Bhattal H. / Loomba A.</i> 2012</p> <p>(6)</p>	<p>Fazer uma comparação do sucesso clínico e radiográfico do MTA e do hidróxido de cálcio na apexificação de incisivos permanentes imaturos traumatizados.</p>	<p>Trinta incisivos permanentes com polpas necróticas e ápices abertos foram divididos uniformemente em dois grupos - Grupo I (grupo MTA) &amp; Grupo II (grupo Hidróxido de Cálcio) e foi induzida a apexificação. O tempo de formação da barreira apical foi analisado. No grupo MTA, a obturação utilizando pontas de gutta-percha foi realizada após 24 horas, enquanto no grupo Hidróxido de Cálcio a obturação foi realizada após confirmação radiográfica de uma barreira apical. A avaliação de seguimento (clínico e radiográfico) foi realizada aos 3, 6, 9 e 12 meses.</p>	<p>O tempo médio para a formação da barreira no Grupo I foi de <math>4,50 \pm 1,56</math> meses enquanto para o Grupo II foi de <math>7,93 \pm 2,53</math> meses (p valor- 0,0002). A evidência radiográfica do tempo médio para completar a lâmina dura no Grupo I foi de <math>4,07 \pm 1,49</math> meses, enquanto o tempo para o Grupo II foi de <math>6,43 \pm 2,59</math> meses (p valor- 0,0067).</p>	<p>O MTA demonstrou sucesso e ser uma opção eficaz para apexificação com a vantagem de tempo de tratamento reduzido, boa capacidade de vedação, biocompatibilidade e fornece uma barreira para obturação imediata.</p>
<p><b>Revascularization with and without Platelet-rich Plasma in Nonvital, Immature, Anterior Teeth: A Pilot Clinical Study</b> <i>Ganesh Jadhav, MDS, Naseem Shah, MDS, and Ajay Logani, MDS</i> 2012</p> <p>(21)</p>	<p>Avaliar e comparar a maturação induzida por revascularização com e sem plasma rico em plaquetas (PRP).</p>	<p>Vinte pacientes com dentes anteriores imaturos não vitais foram categorizados aleatoriamente em 2 grupos. Após a preparação quimicomecânica, a revascularização com e sem PRP realizada em esponja de colágeno foi induzida nos grupos 1 e 2, respectivamente. Os casos foram acompanhados clínica e radiograficamente em intervalos de 6 e 12 meses.</p>	<p>Clinicamente, todos os casos ficaram assintomáticos com resolução completa de sinais e sintomas. Radiograficamente, houve diferença acentuada na cicatrização periapical, fechamento apical e espessamento da parede dentinária no grupo com o acompanhamento de PRP no tratamento em comparação com o grupo de revascularização sem PRP. Entretanto, o alongamento radicular foi idêntico em ambos os procedimentos.</p>	<p>A revascularização é um método conservador e eficaz para induzir a maturação em dentes imaturos não vitais. A suplementação com PRP pode potencialmente melhorar o resultado biológico desejado desta técnica regenerativa.</p>

<p><b>Long-term observation of the mineral trioxide aggregate extrusion into the periapical lesion: a case series.</b> <i>Seok-Woo Chang, Tae-Seok Oh, WooCheol Lee, Gary Shun-Pan Cheung and Hyeon-Cheol Kim</i> 2013</p> <p>(16)</p>	<p>Determinar a evolução e os possíveis efeitos da extrusão de MTA nas lesões periapicais.</p>	<p>Análise radiográfica e clínica de vários casos que relataram extrusão do material obturador MTA em lesões periapicais.</p>	<p>A observação detalhada a longo prazo revelou resolução completa da lesão radiolúcida periapical ao redor do MTA extruído.</p>	<p>O contato direto com o MTA não teve efeitos negativos na cicatrização dos tecidos periapicais. No entanto, o enchimento intencional de MTA na lesão periapical não é recomendado, já que a extrusão de material pode diminuir o sucesso do tratamento endodôntico.</p>
<p><b>Clinical, Radiographic, and Histological Observation of a Human Immature Permanent Tooth with Chronic Apical Abscess after Revitalization Treatment</b> <i>Emi Shimizu, DDS, PhD, Domenico Ricucci, MD, DDS, Jeffrey Albert, DDS, Adel S. Alobaid, DDS, Jennifer L. Gibbs, MAS, DDS, PhD, George T.-J. Huang, DDS, MDS, DSc and Louis M. Lin, BDS, DMD, PhD.</i> 2013</p> <p>(13)</p>	<p>Análise clínica, radiográfica e histológica de um dente após o tratamento com a técnica de revascularização pulpar.</p>	<p>Um menino de 9 anos teve uma lesão traumática nos dentes anteriores superiores. O dente 21 sofreu uma fratura complicada da coroa com exposição pulpar, e foi restaurado com uma resina composta. O dente desenvolveu um abscesso apical. Foram realizados procedimentos de revitalização no dente 21 porque era um dente permanente imaturo com ápice aberto e paredes radiculares finas. Vinte e seis meses após a revitalização, o dente teve uma fratura horizontal da coroa ao nível cervical e não pôde ser restaurado. O dente foi extraído e processado para rotina histológica e imunohistoquímica; para identificação da natureza dos tecidos formados no espaço do canal.</p>	<p>Clínica e radiograficamente, a revitalização do presente caso foi bem sucedida devido à ausência de sinais e sintomas e à resolução da lesão periapical, bem como ao espessamento das paredes do canal e desenvolvimento radicular contínuo. O tecido mineralizado recém-formado identificado por histologia e imunohistoquímica de rotina parecia tecido semelhante a cimento com linhas incrementais e lacunas semelhantes a osteócitos. Não foi observado tecido pulpar característico</p>	<p>Os tecidos formados no canal do dente humano revitalizado são semelhantes ao cimento ou tecido ósseo e ao tecido conjuntivo fibroso.</p>
<p><b>Apexogenesis and revascularization treatment procedures for two traumatized immature permanent maxillary incisors: a case report.</b></p>	<p>Comparação do sucesso da revascularização pulpar e apexogênese no mesmo paciente em dentes permanentes</p>	<p>Análise de um caso clínico no qual se reporta trauma dos dois incisivos centrais superiores dos quais um apresenta vitalidade pulpar, que será tratado com apexogênese, e o outro apresenta necrose pulpar e periodontite apical, em que o tratamento de eleição é revascularização pulpar.</p>	<p>Ambos os dentes apresentaram aumento semelhante do comprimento radicular, espessura da parede radicular e fechamento apical. Mas os tecidos dentro do espaço do canal de dentes imaturos com periodontite apical após o processo</p>	<p>Os resultados atestam que a revascularização pulpar é um tratamento ideal para os dentes permanentes necrosados imaturos, uma vez que ambos os dentes</p>

<p><i>Maryam Forghani, Iman Parisay, Amir Maghsoudlou.</i> 2013</p> <p>(14)</p>	<p>imaturos traumatizados diferentes.</p>		<p>de revascularização foram descritos como tecido conjuntivo semelhante ao ligamento periodontal e o comprimento e espessamento da raiz ganhos são o resultado de cimento recém-formado ou tecido similar ao cimento.</p>	<p>apresentaram parâmetros de crescimento semelhantes</p>
<p><b>Histologic and Histobacteriologic Observations of Failed Revascularization/Revitalization Therapy: A Case Report</b> <i>Louis M. Lin, BDS, DMD, PhD, Emi Shimizu, DDS, PhD, Jennifer L. Gibbs, MAS, DDS, PhD, Simona Loghin, DDS, and Domenico Ricucci, MD, DDS</i> 2013</p> <p>(15)</p>	<p>Analisar se uma deficiente desinfecção, sem remoção mecânica do biofilme e das bactérias, é o motivo do fracasso do tratamento de revascularização pulpar</p>	<p>Um menino de 6 anos teve uma lesão traumática no dente 21, que foi avulsionado e reimplantado em 40 minutos. O dente posteriormente desenvolveu um inchaço local na área periapical. O paciente foi encaminhado para a Pós-Graduação Clínica Endodôntica para revascularização/revitalização. O dente tratado permaneceu assintomático por 16 meses e depois desenvolveu dor e inchaço periapical. A pedido, o dente foi extraído e processado para exame histológico e histobacteriológico.</p>	<p>O tecido do canal mostrou-se completamente destruído. A maioria das bactérias foram observadas na porção apical e não na porção coronária do canal e formou-se biofilme nas paredes do canal que penetrou nos túbulos da dentina.</p>	<p>Depois de analisar os exames histológico e histobacteriológico a falha no tratamento do dente revascularizado/revitalizado pode ser devida a insuficiente desinfecção do canal radicular sem desbridamento mecânico. É importante realizar desbridamento mecânico como parte da terapia de revascularização/revitalização para interromper o biofilme nas paredes do canal e remover bactérias</p>
<p><b>Traumatized Immature Teeth Treated with 2 Protocols of Pulp Revascularization</b> <i>Juliana Yuri Nagata, PhD,* Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes, PhD, Thiago Farias Rocha Lima, MD,* Lia Saori Murakami, MD, Danielle Elaine de Faria, MD, Gabriel Rocha Campos, PhD, Francisco José de Souza-Filho, PhD,* and Adriana de Jesus Soares, PhD*</i> 2014</p>	<p>Comparar o sucesso do tratamento dentes permanentes, diretamente traumatizados, tratados com dois protocolos de revascularização distintos.</p>	<p>Vinte e três dentes de pacientes jovens (7-17 anos) com incisivos superiores necróticos foram divididos em 2 grupos; um deles foi tratado com pasta antibiótica tripla (metronidazol, ciprofloxacina e minociclina) (n = 12) e o outro foi medicado com combinação de hidróxido de cálcio e gel de clorexidina a 2% (n = 11). Os pacientes foram tratados e acompanhados por um período de 9 a 19 meses em 2 instituições odontológicas para avaliação de dados clínicos e radiográficos.</p>	<p>A avaliação clínica no grupo TAP mostrou redução significativa na dor espontânea (P = .01), dor na percussão horizontal (P = .007) e dor à palpação (P = .03), enquanto o grupo CHP apresentou redução significativa na dor à percussão vertical (P = .03). A descoloração da coroa foi significativamente mais observada em dentes do grupo TAP (83,3%) (P &lt; .002). No exame radiográfico, foi encontrada reparação periapical em todos os dentes tratados com TAP (P = ,03). Da mesma forma, os mesmos resultados foram</p>	<p>Resultados de revascularização para pacientes traumatizados tratados com os protocolos testados apresentaram dados clínicos e radiográficos semelhantes. No entanto, a TAP causou problema estético levando à descoloração dentária, o que pode ser considerado uma desvantagem em comparação com a CHP.</p>

(9)			encontrados para todos os dentes tratados com CHP com exceção de 1 dente ( $P = ,21$ ). O fechamento apical foi observado em ambos os grupos ( $P < ,05$ ). O aumento do comprimento radicular foi demonstrado em 5 dentes (41,7%) e 3 dentes (27,3%) dos grupos TAP e CHP, respectivamente. Espessamento das paredes laterais da dentina foram observados em 5 dentes de cada grupo.	
<p><b>Clinical and Radiographic Outcomes of Traumatized Immature Permanent Necrotic Teeth after Revascularization/ Revitalization Therapy</b> <i>Tarek Mohamed A. Saoud, BDS, MSc, PhD, Ashraf Zaazou, BDS, MSc, PhD, Ahmed Nabil, BDS, MSc, PhD, Sybel Moussa, BDS, MSc, PhD, Louis M. Lin, BDS, DMD, PhD and Jennifer L. Gibbs, MAS, DDS, PhD.</i> 2014</p>	Analisar o sucesso do tratamento da revascularização pulpar, bem como medir quanto tempo se estima poder observar radiograficamente os seus resultados	20 dentes tratados com um protocolo de revascularização padronizado foram monitorizados para analisar alterações clínicas e radiográficas durante um ano. Radiografias padronizadas foram feitas em intervalos regulares e as alterações radiográficas foram quantificadas	Todos os 20 dentes tratados sobreviveram durante o período de acompanhamento de 12 meses e preencheram os critérios clínicos de sucesso aos 12 meses. Os dentes tratados demonstraram um aumento estatisticamente significativo na largura e no comprimento radiográficos, e uma diminuição no diâmetro apical, embora as mudanças em muitos casos fossem bastante pequenas. A variação percentual no diâmetro apical após 3 meses foi de 16% e aumentou para 79% em 12 meses, com 55% dos dentes (11/20) a mostrar fechamento apical completo. A variação percentual no comprimento da raiz foi em média inferior a 1% em 3 meses e aumentou para 5% em 12 meses. A variação percentual na espessura da raiz foi de 3% em 3 meses e 21% em 12 meses.	Os resultados apoiam a ideia de que a revascularização/ revitalização tem uma alta taxa de sucesso clínico a curto prazo. O fechamento apical foi o achado radiográfico mais previsível e robusto, seguido de espessamento do canal, e apenas alterações modestas no alongamento da raiz foram observadas um ano após o tratamento. O conhecimento fornecido sobre a frequência e o momento da deposição radiográfica de tecido duro ajudará os médicos a saber quando podem esperar observar esses resultados em seus pacientes
(20)				
<b>Comparison of clinical outcomes for 40 necrotic immature permanent incisors treated with</b>	Comparar os resultados clínicos de 40 incisivos permanentes imaturos	Quarenta incisivos necrosados de ápice aberto de 40 crianças de 6,5 a 10 anos foram divididos uniformemente em quatro grupos; cada grupo	Os incisivos do grupo 1 necessitaram da menor duração média ( $5,4 \pm 1,1$ semanas) para formação de barreira apical de	Incisivos necrosados de ápice aberto tratados com obturação ultrassônica mais

<p><b>calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate apexification/apexogenesis.</b> <i>Li-Wan Lee, Sung-Chih Hsieh, Yun-Ho Lin, Chiung-Fang Huang, Sheng-Huang Hsiao, Wei-Chiang Hung.</i> 2014</p> <p>(7)</p>	<p>necróticos tratados com apexificação com hidróxido de cálcio [Ca(OH)<sub>2</sub>] ou agregado de trióxido mineral (MTA).</p>	<p>contendo dentes de tipo semelhante e largura de ápice radicular idêntico em pacientes de idades próximas. Os incisivos do grupo 1 foram tratados com ultrassons e com MTA; o grupo 2 com ultrassons e com Ca(OH)<sub>2</sub>; o grupo 3 foi tratado manualmente e com MTA; e o grupo 4 manualmente e Ca(OH)<sub>2</sub>.</p>	<p>tecido duro, seguido pelos incisivos do grupo 3 (7,8± 1,8 semanas), Grupo 2 (11,3± 1,3 semanas) e Grupo 4 (13,1 ±1,5 semanas). Os incisivos do Grupo 1 apresentaram um comprimento médio de alongamento da raiz (2,1 ±0,2 mm) significativamente menor após o tratamento do que os do Grupo 2 (3,5 ±0,3 mm, p &lt; 0,001), e os incisivos do Grupo 3 apresentaram um comprimento médio de crescimento da raiz de (2,1± 0,1 mm) após o tratamento do que os incisivos 4 (3,7 ±0,3 mm, p &lt; 0,001).</p>	<p>colocação de MTA precisam da menor duração média para a formação de barreira de tecido duro apical. Para o alongamento do comprimento apical da raiz, a apexificação com Ca(OH)<sub>2</sub> é melhor do que a realizada com MTA, independentemente de serem usados ultrassons ou instrumentação manual.</p>
<p><b>MTA versus Ca(OH)<sub>2</sub> in apexification of non-vital immature permanent teeth: a randomized clinical trial comparison</b> <i>Eric Bonte &amp; Aurélie Beslot &amp; Tchilalo Boukpepsi &amp; Jean-Jacques Lasfargues</i> 2014</p> <p>(3)</p>	<p>Comparar o agregado de trióxido mineral (MTA) com hidróxido de cálcio (CH) como materiais para induzir o fechamento do ápice radicular em incisivos permanentes necróticos imaturos.</p>	<p>Trinta crianças, com idade entre 6 e 18 anos, que sofreram na etapa de desenvolvimento algum trauma, e apresentavam um incisivo permanente não vital, foram tratadas. Metade do grupo recebeu tratamento com MTA, a outra metade com CH. Nas visitas recordatórias após 6 e 12 meses, a presença ou ausência de barreira apical calcificada foi avaliada por meio de exames clínicos e radiográficos. As radiografias anônimas foram avaliadas por dois investigadores independentes. As análises estatísticas foram realizadas por meio do teste de Fischer (p&lt;0,05 foi utilizado como limiar de significância estatística)</p>	<p>Foi observada a presença de uma barreira mineralizada em 43,8 % do grupo CH e 64,7 % do grupo MTA no exame aos 6 meses. Após 12 meses, esses números foram respectivamente 50 e 82,4 % (p&lt;0,07). Para ambos os grupos, dor e sensibilidade à percussão desapareceram no exame realizado aos 3 meses. Nenhum dos materiais apresentou diferença estatisticamente significativa no exame de 6 meses. No exame de 12 meses, o grupo MTA apresentou melhores resultados em termos de fechamento apical. No grupo CH, quatro dos 15 dentes exibiram fraturas coronais ou radiculares após 12 meses.</p>	<p>Apexificação usando MTA parece preferível a CH, a fim de alcançar precocemente o preenchimento coronaradicular e limitar o risco de fratura da raiz.</p>
<p><b>Long-term follow up of revascularization using platelet-rich fibrin</b> <i>Herbert L Ray Jr, Janel Marcelino, Raquel Braga, Richard</i></p>	<p>Analisar , através de um caso clínico de revascularização pulpar em dentes permanentes imaturos necróticos , os</p>	<p>ilustrar uma revascularização através de um caso em que a fibrina rica em plaquetas (PRF) foi utilizada como um suporte autólogo para dentes traumatizados necróticos imaturos com desenvolvimento radicular incompleto, através de</p>	<p>Observou-se melhora acentuada na condição do dente traumatizado</p>	<p>O protocolo com a fibrina rica em plaquetas como um suporte autólogo para revascularização da polpa é clinicamente viável. Estudos</p>

<p><i>HorwaT, Michael Lisien, Shahryar Khaliq</i> 2015</p> <p>(11)</p>	<p>benefícios do uso de fibrina rica em plaquetas como matriz (<i>scaffold</i>) autóloga.</p>	<p>relatórios consistentes de acompanhamento, incluindo exame clínico e radiográfico</p>		<p>demonstraram que a PRF é rica em fatores de crescimento, proliferação, diferenciação e angiogênese. Ele permite a liberação lenta e contínua de fatores de crescimento para revascularização e regula as reações inflamatórias. Estudos adicionais e melhorias contínuas no protocolo de revascularização podem determinar como a matriz fibrina previsivelmente aumenta o sucesso da revascularização e produz consistentemente a longo prazo resultados clínicos bem sucedidos.</p>
<p><b>Management of Traumatized Permanent Incisors Revascularization and Delayed Replantation</b> <i>Maryam Gharechahi; Shiva Shojaeian</i> 2016</p> <p>(8)</p>	<p>Descrever e analisar o sucesso do tratamento de regeneração pulpar em dentes traumatizados</p>	<p>Um caso clínico de um menino de 9 anos com uma lesão traumática nos incisivos centrais maxilares 24 horas após uma queda na escola. O incisivo central superior esquerdo foi avulsionado e foi mantido em saliva por quatro horas desde o momento do trauma até seu reimplante. O direito necrosou após um mês. No caso apresenta-se a opção de tratamento do dente necrosado com o protocolo de revascularização pulpar.</p>	<p>Após 18 meses, o incisivo central direito estava assintomático e, continuando o desenvolvimento radicular, observado, sem descoloração da coroa.</p>	<p>Os resultados favoráveis neste caso de incisivo central direito traumatizado mostram que o tratamento endodôntico regenerativo pulpar envolvendo dentes imaturos traumatizados é uma alternativa viável à apexificação ou técnicas de barreira apical artificial. é evidente que esta técnica pode permitir o desenvolvimento contínuo da raiz e o fechamento apical.</p>

<p><b>Endodontic treatment of trauma-induced necrotic immature teeth using a tricalcium silicate-based bioactive cement.</b> <b>A report of 3 cases with 24-month follow-up</b> <i>L. Martens, S. Rajasekharan, R. Cauwels</i> 2016</p> <p>(1)</p>	<p>Analisar através de vários casos clínicos com um seguimento prolongado o uso de Biodentine como material obturador para o protocolo de apexificação de dentes permanentes imaturos necrosados por trauma. Relatar benefícios em comparação com os outros materiais usados neste tipo de tratamento.</p>	<p>Três casos com cenários de tratamento endodôntico de necrose induzida por trauma em dentes anteriores permanentes imaturos. Todos os casos foram tratados com hidróxido de cálcio como medicação desinfetante e com obturação completa do canal com Biodentine (Septodont, São Maur des Fosses, França) e documentados por um período de acompanhamento de 24 meses.</p>	<p>Os três casos tratados com cimento silicato tricálcico bioativo de nova geração (Biodentine) mostraram ótimas características mecânicas, biológicas e estéticas.</p>	<p>Irrigação abundante do canal radicular, preparo mecânico mínimo, uso de hidróxido de cálcio como desinfetante e obturação completa desses dentes imaturos com um cimento bioativo com propriedades mecânicas superiores, como Biodentine, foram as razões proeminentes para o sucesso desses casos. Além do sucesso radiográfico, o resultado esteticamente satisfatório fornece motivação convincente para usar Biodentine no tratamento endodôntico de áreas esteticamente sensíveis como dentes anteriores imaturos.</p>
<p><b>Regenerative Endodontic Treatment versus Apical Plug in Immature Teeth: Three-Year Follow-Up</b> <i>Saeed Asgary/ Mahta Fazlyab/ Ali Nosrat</i> 2016</p> <p>(17)</p>	<p>Apresentar e comparar o resultado da técnica de tampão apical vs. tratamento endodôntico regenerativo em dois incisivos centrais bilaterais maxilares não vitais usando cimento CEM(cimento reforçado com cálcio).</p>	<p>Uma menina de 12 anos referiu queixa de dor e um ligeiro inchaço na zona do lábio superior. A história médica da paciente não foi contribuinte. Durante a avaliação extraoral, o lábio superior estava sensível à palpação. Havia um inchaço localizado na área periapical do incisivo central esquerdo. Ambos os incisivos centrais estavam sensíveis à percussão e apresentavam uma descoloração acinzentada. A paciente relatou história de trauma de impacto nos dentes superiores 2 anos antes. A resposta ao teste elétrico foi negativa. A resposta ao teste de frio nos incisivos centrais esquerdo e direito também foi negativa. As radiografias periapicais</p>	<p>Durante os primeiros 24 meses, ambos os dentes estavam funcionais e sem sintomas. No seguimento de 3 anos após o tratamento, o ligamento periodontal em torno dos ápices de ambos os dentes era normal e as lesões anteriores ficaram completamente cicatrizadas. Além disso, o incisivo central direito mostrou um ligeiro aumento no comprimento da raiz/espessura da parede e também se verificou fechamento do ápice. Clinicamente, não foi observada descoloração dentária.</p>	<p>A apexificação e a revascularização pulpar são duas opções de tratamento para dentes permanentes imaturos necróticos, nos quais a revascularização pulpar demonstrou estimular o desenvolvimento radicular. Verificou-se também que o CEM é um material cujas propriedades são ideais para este tipo de tratamento.</p>

		mostraram a presença de lesões radiolúcidas separadas em ambos os incisivos centrais maxilares. Ambos os dentes tinham raízes imaturas com ápices abertos. O diagnóstico final foi necrose pulpar com periodontite apical sintomática para o incisivo central direito e necrose pulpar com abscesso apical agudo para o incisivo central esquerdo.		
<p><b>Influence of Age and Apical Diameter on the Success of Endodontic Regeneration Procedures</b> <i>Bishoy Safwat Estefan, BDS, Kariem Mostafa El Batouty, PhD, Mohamed Mokhtar Nagy, PhD, and Anibal Diogenes, DDS, MS, PhD</i> 2016  (12)</p>	<p>Avaliar o efeito da idade e do diâmetro apical no potencial regenerativo de dentes imaturos permanentes com polpas necróticas.</p>	<p>Incisivos permanentes necróticos imaturos (n = 40) de pacientes de 9 a 18 anos foram divididos em 2 grupos de acordo com o protocolo de tratamento: grupo Y (faixa etária mais jovem), 9 a 13 anos e grupo O (faixa etária mais avançada), 14 a 18 anos. Cada grupo foi subdividido em 2 subgrupos de acordo com o diâmetro apical, subgrupo (n) (diâmetro mais estreito) entre 0,5 e 1 mm e subgrupo (w)(diâmetro maior) igual ou superior a 1 mm. Procedimentos de revascularização foram realizados em todos os pacientes. O seguimento foi feito por 12 meses. Radiografias padronizadas foram avaliadas digitalmente quanto ao aumento do comprimento e espessura radicular e diminuição do diâmetro apical.</p>	<p>Após o período de acompanhamento, a maioria dos casos demonstraram evidência radiográfica de cicatrização periapical. O grupo Y apresentou aumento progressivo do comprimento e largura radicular e diminuição do diâmetro apical. O subgrupo (w) que representa um diâmetro apical mais largo mostrou progresso significativo também.</p>	<p>Verificou-se que os procedimentos de revascularização podem ser implementados em qualquer idade entre 9 a 18 anos; no entanto, nas faixas etárias mais jovens foram melhores os resultados do que nas mais velhas. Em relação ao diâmetro apical, os procedimentos de regeneração foram bem sucedidos com diâmetros apicais tão pequenos quanto 0,5 mm. Entretanto, dentes com diâmetros mais largos pré-operatórios (^1 mm) demonstraram maior aumento na espessura radicular, e estreitamento apical.</p>
<p><b>Regenerative Endodontics Versus Apexification in Immature Permanent Teeth with Apical Periodontitis: A Prospective Randomized Controlled Study</b></p>	<p>O objetivo do estudo foi comparar os resultados do tratamento endodôntico regenerativo (RET) e apexificação em dentes permanentes</p>	<p>Um total de 118 pacientes (118 dentes) foram recrutados e aleatoriamente designados para tratamento com RET ou apexificação. Cada grupo de tratamento foi dividido em 2 subgrupos de acordo com a etiologia: dens evaginatus ou trauma. Sintomas clínicos e complicações foram</p>	<p>Cento e três de 118 casos foram concluídos no seguimento de 12 meses. A sobrevida foi de 100% para ambos os grupos de tratamento. Todos os casos foram assintomáticos com cicatrização apical. O grupo RET mostrou um aumento</p>	<p>RET e apexificação alcançaram um resultado comparável em relação à resolução dos sintomas e cicatrização apical. A RET apresentou melhor</p>

<p><i>Jiacheng Lin, PhD, Qian Zeng, PhD, Xi Wei, PhD, Wei Zhao, PhD, Minyi Cui, PhD, Jing Gu, PhD, Jiaxuan Lu, PhD, Maobin Yang, DMD, MDS, PhD, k and Junqi Ling, PhD</i> 2017  (22)</p>	<p>imaturos com necrose pulpar e periodontite apical</p>	<p>registados, e imagens tomográficas computadorizadas de feixe cônico com campo de visão limitado foram usadas para medir as alterações do comprimento, espessura da raiz e tamanho do forame apical no seguimento de 12 meses. O teste/rank sum e o teste exato de Fisher foram aplicados para comparar a alteração da morfologia radicular entre RET e apexificação.</p>	<p>significativo no comprimento da raiz e espessura em comparação com o grupo apexificação (<math>P &lt; .05</math>). No grupo RET, os casos causados por dens evaginatus alcançaram maior aumento do comprimento e espessura radicular em comparação com os causados por trauma (<math>P &lt; .05</math>).</p>	<p>resultado que a apexificação em relação ao aumento da espessura e do comprimento radiculares. A etiologia teve impacto no sucesso da RET. Os casos de Dens evaginatus apresentaram melhores resultados que os casos de trauma após RET.</p>
<p><b>Induced post-traumatic apexification: morphological 20 Year follow-up and Study after new fracture.</b> <i>Federica Fonzar, Leopoldo Forner, Riccardo Fabian-Fonzar, Carmen Llana</i> 2018  (18)</p>	<p>Estudo morfológico dum dente tratado há 20 anos com apexificação. Estudo de como é a formação de novos tecidos ao longo do tempo.</p>	<p>Um incisivo central superior com fratura coronária num paciente de 7 anos foi tratado com apexificação com hidróxido de cálcio. Foi acompanhada a evolução do dente durante os 20 anos seguintes. Por causa de uma segunda fratura, o dente foi removido e analisado macroscópica, microscópica e histologicamente</p>	<p>A análise macroscópica mostrou formação normal das paredes radiculares que terminaram num ápex com maior diâmetro. Secções microscópicas mostraram um ápex com material mineralizado amorfo semelhante à dentina terciária. A superfície interna da nova porção mostrou zonas com dentina similar à dentina secundária com menor número de túbulos dentinários, outras zonas mostraram túbulos dentinários com morfologia anormal.</p>	<p>20 anos após o tratamento com apexificação, uma raiz normal foi observada com apêx mais longo e com foramen acessório. Histologicamente foi observado tecido similar a dentina terciária e secundária.</p>
<p><b>Impact and Fracture Strength of Simulated Immature Teeth Treated with Mineral Trioxide Aggregate Apical Plug and Fiber Post Versus Revascularization</b> <i>Davoud Jamshidi, DDS, MS,* Hamed Homayouni, DDS, MS, Nima Moradi Majd, DDS, MS, Samaneh Shahabi, DDS, MS, Armita Arvin, DDS, MS, and Baharan Ranjbar Omid, DDS, MSk</i> 2018</p>	<p>Este estudo teve como objetivo comparar o impacto e a resistência à fratura de dentes permanentes imaturos tratados com revascularização versus um tampão agregado de trióxido mineral (MTA) e espigões de fibra de vidro.</p>	<p>Este estudo in vitro, experimental, foi realizado em 160 maxilares incisivos centrais, que foram divididos aleatoriamente em 10 grupos. Os grupos incluíram fratura (F) e impacto (I) Grupo controle negativo F e I, controle positivo F e I grupos MTA F e I, revascularização grupos F e I revascularizados grupos F e I. A força de fratura foi medida usando uma máquina de teste universal com uma velocidade de crosshead de 1 mm/ min. Outras amostras de dentes foram então submetidas ao teste de impacto Charpy para medições de força de impacto, e a quantidade de energia absorvida pelos dentes foi</p>	<p>A carga média à fratura do negativo, positivo, MTA, revascularizing, e os grupos revascularizados foram 1931.8, 1350.1, 1003.8, 1262.5 e 1100.2 N, respectivamente, e a força média do impacto era 5,04, 3,6, 3,68, 3,16 e 3,65 J, respectivamente. Quanto à fratura e o impacto a força do grupo controle negativo foi significativamente maior que os demais grupos (<math>P &lt; .05</math>), mas estes não apresentaram diferença significativa entre eles (<math>P &gt; .05</math>)</p>	<p>Apesar das limitações deste estudo, os resultados mostraram que nenhuma das modalidades testadas conseguiu aumentar significativamente o impacto e a resistência à fratura de dentes imaturos.</p>

(2)		determinada. Os dados foram analisados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, análise de variância e teste de Tukey.		
<b>Regenerative Evaluation of Immature Roots using PRF and Artificial Scaffolds in Necrotic Permanent Teeth: A Clinical Study</b> <i>Neelam Mittal, Vijay Parasha</i> 2019	O objetivo deste estudo é avaliar e comparar o potencial regenerativo de uma matriz ( <i>scaffold</i> ) natural [fibrina rica em plaquetas (PRF)] e matrizes artificiais (colágeno comercialmente disponível, placentex e quitosan) em dentes permanentes imaturos necróticos.	Foram estudados incisivos superiores permanentes imaturos necróticos com ou sem evidência radiográfica de lesão periapical. A abertura de acesso foi feita sob isolamento absoluto. A desinfecção do canal foi feita usando instrumentação mínima, irrigação abundante e pasta antibiótica dupla como medicação intracanal por 4 semanas. Após 4 semanas, os dentes assintomáticos foram divididos em quatro grupos com base nos scaffolds utilizados para o procedimento de revascularização: grupo I (PRF); grupo II (colágeno); grupo III (placentex); grupo IV (quitosan). As avaliações clínica e radiográfica dos dentes foram realizadas aos 3, 6 e 12 meses após o procedimento e comparadas com os dados iniciais.	Clinicamente, os dentes estiveram completamente assintomáticos durante todo o período do estudo. Radiograficamente, todos os casos mostraram uma melhora na cicatrização periapical, fechamento apical, alongamento radicular e espessamento da parede dentinária. PRF e colágeno deram melhores resultados que placentex e quitosan em termos de cicatrização periapical, fechamento apical e espessamento da parede dentinária.	O procedimento de revascularização é mais eficaz e conservador do que a apexificação no tratamento de dentes permanentes imaturos necróticos. Este estudo mostrou que PRF e colágeno são melhores scaffolds do que placentex e quitosan para induzir a apexogênese em dentes permanentes necróticos imaturos
<b>Combination of Revascularization and Apexification in the Treatment of an Avulsed Tooth: A Case Report</b> <i>Ayman M Abulhamael, Stefan Zweig, Abrar S Kutbi, Rayan S Alrehili, Ziyad T Alzamzami, Yousef M Alharbi</i> 2019	Demonstrar um resultado excepcional no tratamento de um dente avulsionado que foi armazenado em ambiente seco por mais de 2 horas antes de ser reimplantado.	Uma menina de 7 anos sofreu trauma no incisivo superior direito num acidente de bicicleta. O dente foi avulsionado e permaneceu fora da cavidade oral por mais de 2 horas num guardanapo seco antes de ser reimplantado na sala de emergência. Após a apresentação à clínica endodôntica da Universidade do Sul da Califórnia, o caso foi avaliado e as opções de tratamento discutidas com os pais do paciente. A revascularização com BC putty foi o modo de tratamento escolhido. Numa consulta recordatória de 6 meses, a paciente apresentava lesão periapical fistulada. Foi então tomada a decisão de realizar a	Após a falha da revascularização pulpar, que tinha sido o tratamento de primeira escolha, a apexificação foi sugerida como uma solução para manter o dente na boca. Atualmente o dente está localizado na cavidade oral e não relata qualquer tipo de patologia	A realização da apexificação como tratamento alternativo após a falha da revascularização pulpar permite o prolongamento da permanência do dente na cavidade oral.
(4)				

		apexificação utilizando o agregado de trióxido mineral (MTA) material de enchimento apical.		
<p><b>Comparative Evaluation of Mineral Trioxide Aggregate and Biodentine Apical Plug Thickness on Fracture Resistance of Immature Teeth: An <i>In vitro</i> Study</b></p> <p><i>Pramod Mohite, Ankita Dadarao Ramteke, Ruchika Gupta, Suvarna Patil, and Divya Gupta</i></p> <p>2022</p> <p>(5)</p>	<p>Este estudo <i>in vitro</i> tem como objetivo comparar a resistência à fratura de dentes imaturos após o uso de diferentes espessuras de Agregado de Trióxido Mineral (MTA) e Tampão Apical Biodentine.</p>	<p>Quarenta dentes anteriores maxilares humanos foram selecionados, tendo sido divididos aleatoriamente em oito grupos de cinco dentes em cada um. Grupo controle positivo = 5 dentes; sem preparo da cavidade de acesso. As cavidades de acesso dos 35 dentes restantes foram executadas e os canais instrumentadas com alargadores Peeso. Controle negativo = 5 dentes; preenchidos com hidróxido de cálcio. Trinta dentes divididos nos Grupos 1 e 2 de MTA (MTA-Angelus, Londrina, Brasil) e Biodentine (Septodont, Saint Maur des Fosses, França) e cada grupo dividido em três subgrupos: subgrupo A - plug apical de 3 mm; subgrupo B - plug apical de 6 mm; e subgrupo C: comprimento do canal completo. Os demais canais dos subgrupos A e B foram preenchidos com guta-percha e AH Plus. Após o período de armazenamento necessário, todas as amostras foram submetidas ao teste de fratura sob máquina de teste universal e a resistência à fratura foi registrada. Os dados foram analisados por meio da análise de variância 1-way com o teste post hoc de Tukey para comparações múltiplas.</p>	<p>O grupo controle negativo apresentou a menor resistência à fratura em comparação aos demais (<math>P &lt; 0,0001</math>). O subgrupo de tampão apical de 6 mm de biodentine apresentou a maior resistência à fratura.</p>	<p>MTA e Biodentine podem ser usados como material obturador apical em vez do material de enchimento completo do canal radicular para aumentar a resistência à fratura de dentes imaturos.</p>

## 5.DISSCUSSÃO

O trauma dentário pode ser definido como uma lesão que ocorre como consequência do impacto de uma força externa contra os dentes, podendo afetar os dentes, o osso e os tecidos adjacentes.

O trauma dentário é um acontecimento muito comum na população infantil. O pico deste evento ocorre na faixa etária entre os 6 e 9 anos nos meninos e entre 5 e 6 anos nas meninas<sup>(1)</sup>, quando o dente permanente ainda não completou o desenvolvimento radicular. Estudos demonstraram que até 25% das crianças em idade escolar vivenciaram ou futuramente possam sofrer algum tipo de trauma<sup>(3)</sup>. A frequência deste evento varia de 13.8 a 15.1 %<sup>(4)</sup> sendo os incisivos centrais superiores os dentes mais afetados (36%)<sup>(5)</sup>. Existem várias complicações decorrentes destes traumas, tais como: exposição pulpar, pulpite, necrose pulpar ou aparecimento de patologia periapical<sup>(6)</sup>. O objetivo principal como médicos dentistas é preservar a vitalidade do dente, mas isso muitas vezes não é possível. A necrose pulpar é a segunda complicação mais comum após um acidente traumático e ocorre principalmente entre 6-24 meses após a lesão<sup>(1)</sup>. A sua frequência vai depender do tipo de trauma que o dente sofreu, e aparece entre 1% a 6% nas fraturas coronárias e uma percentagem próxima a 100% nas intrusões<sup>(3)</sup>. Nos casos em que a necrose pulpar aparece como resultado de eventos traumáticos o tratamento a seguir será a endodontia, mas nos dentes permanentes imaturos a terapêutica vai ser um desafio para o médico dentista devido às características morfológicas do dente.

Quando falamos de dentes permanentes imaturos estamos a referir-nos aos dentes que ainda não têm o seu total desenvolvimento radicular concluído. Isto ocorre através da maturação dentária, evento com duração de um a quatro anos após a erupção e pelo qual os dentes completam a sua rizogênese.

O desenvolvimento da raiz consiste em três vertentes, que são o aumento na espessura da parede, o aumento no comprimento radicular e o estreitamento do canal que leva à formação do ápice radicular<sup>(1)</sup>.

Ainda é desconhecido como o trauma afeta cada uma das estruturas do dente e, portanto, o seu desenvolvimento. Acredita-se que a polpa tem relação com o aumento da espessura da dentina enquanto o aumento do comprimento das raízes e a formação da constrição

apical estão associados às células da Bainha de Hertwig que estão presentes no extremo apical das raízes imaturas e são resistentes à destruição<sup>(1)</sup>.

O desenvolvimento radicular depende tanto de células epiteliais da bainha radicular de Hertwig como de odontoblastos. As células da bainha radicular de Hertwig estão presentes no extremo apical das raízes imaturas e são resistentes à destruição, mesmo na presença de inflamação<sup>(7)</sup>.

As células epiteliais da bainha de Hertwig podem induzir a diferenciação das células mesenquimais em odontoblastos que subsequentemente formam a dentina radicular. Estas células mesenquimais podem provir do tecido da polpa residual ou do tecido da papila apical dos dentes permanentes imaturos [as chamadas células estaminais da papila apical (SCAP)], como relatado por *Sonoyama et al.* e *Huang et al.*<sup>(7)</sup>.

Os SCAP podem sobreviver à infecção devido à sua proximidade com os tecidos periapicais, que apresentam uma grande vascularização. Depois da desinfecção endodôntica, por influência das células da bainha Hertwig sobreviventes, os SCAP podem diferenciar-se em odontoblastos primários para completar a formação radicular e fechamento apical<sup>(7,8)</sup>.

Existem outras formas de obter células estaminais a partir de células que podem contribuir para o desenvolvimento radicular. Estas são células do ligamento periodontal e também células de origem óssea<sup>(7)</sup>.

Quando ocorre um evento traumático que afeta os dentes, pode acontecer necrose pulpar causando interrupção do desenvolvimento radicular; resultando em dentes permanentes imaturos necrosados. A interrupção do desenvolvimento radicular modifica a anatomia dentária dando origem a dentes que são caracterizados por apresentar paredes radiculares paralelas ou divergentes com uma espessura inferior à dos dentes convencionais, tornando-os mais suscetíveis à fratura<sup>(2)</sup>. Estas características tornam o tratamento dos mesmos um grande desafio, uma vez que a espessura reduzida das suas paredes dificulta a correta instrumentação. A presença de paredes divergentes ou paralelas a nível apical, permite a extrusão de materiais nos tecidos apicais.

Atualmente existem dois tipos de tratamentos de escolha para este tipo de dentes: a apexificação e a endodontia regenerativa. Ambas são técnicas amplamente utilizadas para o tratamento de dentes permanentes imaturos necrosados. Apesar de serem procedimentos diferentes, procuram o mesmo objetivo que é a permanência do dente na boca durante o

maior tempo possível. Para que sejam bem sucedidas, necessitam de um ambiente livre de bactérias e de infecções. Assim, o controlo da infeção e a desinfeção canalar são passos cruciais para o sucesso destes tratamentos.

### 5.1 Protocolos de desinfeção canalar

A necrose pulpar causada por um trauma implica a colonização bacteriana do canal radicular que pode expandir-se afetando os tecidos adjacentes resultando em inflamação dos tecidos periapicais. A desinfeção é o primeiro passo para obter o sucesso no tratamento e eliminar os sintomas<sup>(7)</sup>.

O processo de desinfeção tem dois objetivos principais, que são eliminar qualquer tecido pulpar necrótico remanescente, bem como eliminar todos os tipos de microrganismos patológicos. Múltiplos protocolos para a desinfeção foram relatados, alguns mostrando melhores resultados do que outros. Não existe um protocolo único marcado para a desinfeção do canal, pelo que a escolha deste dependerá dos critérios do operador.

A instrumentação mecânica desempenha um papel importante na eliminação das bactérias intracanales, do biofilme e das bactérias presentes nos túbulos dentinários<sup>(9)</sup>. Este procedimento pode ter que ser modificado porque as paredes dos dentes permanentes imaturos têm uma espessura menor, por isso uma grande instrumentação mecânica pode aumentar o risco da fratura. É possível alcançar a desinfeção ideal com menos instrumentação e o uso de irrigantes e diferentes tipos de medicações intracanales.

Um dos irrigantes mais utilizados para este procedimento é o hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ). É usado para eliminar microrganismos e o tecido pulpar necrótico. Este composto alcalino, Ph (11,5), é caracterizado por apresentar um grande espectro antimicrobiano contra microrganismos e biofilmes endodônticos, incluindo microbiota que são difíceis de eliminar dos canais radiculares, como enterococos, actinomyces, e organismos candida<sup>(7)</sup>. Tem sido utilizado em diferentes concentrações que variam de 0,5%<sup>(10)</sup> a 6%<sup>(9)</sup>. Foi descrito que concentrações mais elevadas de  $\text{NaOCl}$  mostraram um efeito negativo na sobrevivência das células SCAP e na expressão da sialofosfoproteína da dentina (DSPP)<sup>(11)</sup>. Nos protocolos de desinfeção descritos no artigo de *Juliana Yuri Nagata, Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes, Thiago Farias Rocha Lima, Lia Saori Murakami, Gabriel Rocha Campos, Francisco*

*José de Souza-Filho e Adriana de Jesus Soares*<sup>(9)</sup> em que o hipoclorito de sódio é utilizado em altas concentrações (6%), após aplicação no canal, é inativado com 5 mL de tiosulfato de sódio estéril a 5% por 1 minuto.

Outro irrigante comumente usado é EDTA em concentração de 17%. Este agente quelante é caracterizado por eliminar a smear layer<sup>(12)</sup>, inibir a formação de biofilme, mas pode desmineralizar a dentina e expor a matriz dentinária radicular e também causar a liberação de fatores de crescimento do reservatório da matriz dentina <sup>(13,14)</sup>. Portanto, o EDTA pode incentivar a regeneração dentina-polpa e melhorar a fixação de tecido recém-formado às paredes do canal<sup>(15)</sup>.

O protocolo que utiliza o NaOCl em concentrações de 0,5% e 1,5%, para desinfetar o espaço dentinário, seguido de 17% de EDTA, para proceder ao condicionamento da dentina, tende a limitar os efeitos nocivos provocados pelo hipoclorito de sódio na viabilidade de células-tronco e aumenta de forma significativa a capacidade de sobrevivência e diferenciação das células SCAP<sup>(11)</sup>.

Outro produto utilizado como medicação canalar tem sido o hidróxido de cálcio. Este material é utilizado em múltiplos tratamentos em medicina dentária, como o capeamento direto e indireto da polpa. Por ser antisséptico e possuir um Ph elevado, tem propriedades antibacterianas. O hidróxido de cálcio é um agente antisséptico de ação lenta para uso intracanal, que requer um tempo de contato de 24 horas para uma completa eliminação dos enterococos e um tempo de contato de uma semana para uma taxa de redução bacteriana de 92,5%. Além disso, o hidróxido de cálcio possui uma habilidade notável para hidrolisar a fração lipídica do lipopolissacarídeo bacteriano, resultando na inativação da atividade biológica do lipopolissacarídeo e consequente interrupção da inflamação induzida no tecido perirradicular. É normalmente aplicado dentro do canal por um período variável de 7 a 14 dias <sup>(7,16)</sup>, de acordo com os critérios do médico dentista. Após este tempo e uma vez verificada a eliminação dos sintomas, é removido com hipoclorito de sódio, EDTA ou solução salina.

Outro método utilizado para desinfecção tem sido o uso da tripla pasta antibiótica. Esta consiste em três fármacos nas proporções 1:1:1 que têm características próprias que, combinadas, tornam este medicamento uma opção muito eficaz para a eliminação de microrganismos. Metronidazol, pertencente ao grupo dos nitroimidazóis, destaca-se pela

sua elevada eficácia contra bactérias anaeróbias, bem como bacilos gram-positivos e negativos. O fármaco penetra na membrana celular de microrganismos e liga-se ao DNA, inibindo a síntese de ácido nucleico o que causa a morte celular. Minociclina, um derivado semissintético da tetraciclina, é um antibiótico de amplo espectro que atua contra microrganismos gram-positivos e negativos, espiroquetas e bactérias facultativas. No entanto, a principal desvantagem é que pode pigmentar as estruturas dentárias, mesmo nos dentes totalmente formados. A minociclina atravessa a membrana celular das bactérias através de um processo de difusão e atua inibindo a síntese proteica na superfície dos ribossomas. A ciprofloxacina, uma fluoroquinolona sintética com ação bactericida, atua inibindo o DNA, o que impede a replicação bacteriana. Embora seja eficaz contra patógenos gram-negativos, a sua ação contra patógenos gram-positivos é limitada.

Alguns autores relataram uma possível descoloração devido à minociclina, sugerindo a substituição deste medicamento por amoxicilina<sup>(13)</sup> ou o uso de pasta antibiótica dupla, uma vez que apresentam uma eficácia semelhante à tripla<sup>(11,17)</sup>. Outra opção que existe para poder usar a pasta antibiótica tripla com minociclina é o uso de bonding para evitar descolorações, uma vez que evita o contato direto do medicamento com os túbulos dentinários que seriam selados pelo adesivo<sup>(9)</sup>. Aproximadamente 80% das células da papila comprovadamente morrem quando as pastas antibióticas são utilizadas no tratamento, pelo que este facto deve ser tido em conta na escolha. No entanto, essas células resistem ao uso de hidróxido de cálcio como medicamento intracanal.

A clorexidina em forma de gel também tem sido utilizada como produto para a desinfecção canal em concentrações de 2% em combinação com hidróxido de cálcio<sup>(9,17)</sup>. A clorexidina tem fortes propriedades antimicrobianas, elevada capacidade de difusão tubular e baixa toxicidade. Pode apresentar possível toxicidade nas células de polpa, pelo que se recomenda a utilização de Tween 80 a 5%, que é um surfactante e excipiente não iônico frequentemente usado em produtos farmacêuticos e cosméticos solúvel em água, após a sua utilização para neutralizar a clorexidina. Foi também relatada uma possível toxicidade da clorexidina nas células da papila, pelo que a sua utilização é preferencialmente indicada para os terços coronário e médio<sup>(9)</sup>.

Alguns profissionais optam também por incorporar a terapia antibiótica oral em pacientes que apresentem sintomas agudos ou crónicos de inflamação<sup>(10)</sup>.

Há também autores que sugeriram que o uso de ultrassons em combinação com irrigação abundante no processo de desinfecção mostra melhores resultados na apexificação com diferentes materiais, uma vez que os ultrassons tem a capacidade de fracionar a parede bacteriana desinfetando eficazmente o sistema canalar <sup>(7)</sup>.

Na análise de múltiplos casos foi possível constatar que não existe uma fórmula única para a desinfecção, sendo que todos eles são bem-sucedidos e cumprem as funções. A escolha de um protocolo ou outro depende inteiramente da decisão do médico dentista, que terá que analisar quais são os prós e contras de cada medicação e qual é a mais adequada para o caso clínico a ser realizado.

## 5.2 APEXIFICAÇÃO

A apexificação é definida como a criação de uma barreira calcificada na porção apical dos dentes com ápex aberto permitindo criar as condições favoráveis para realizar o tratamento endodôntico convencional<sup>(3,18)</sup>, de modo a impedir a passagem de toxinas e bactérias para o tecido periradicular<sup>(6)</sup>; promovendo a cicatrização periapical e o desaparecimento dos sintomas clínicos. Assim, a eficácia deste tratamento permitiu a sobrevivência de múltiplos dentes imaturos danificados. Muitos materiais foram propostos para a apicoformação, mas atualmente os três que demonstram maior interesse são o hidróxido de cálcio, o MTA e a Biodentine.

### 5.2.1 Apexificação com hidróxido de cálcio

O hidróxido de cálcio foi introduzido por Hermann na endodontia no ano 1920<sup>(7)</sup> e posteriormente Kaiser e Frank em 1960 realizaram a 1ª apexificação utilizando este material<sup>(10)</sup>. Tem sido o material de primeira escolha desde há muito tempo para a realização do procedimento de apexificação. O hidróxido de cálcio é frequentemente utilizado nesta técnica devido à sua eficácia confiável, notificada ao longo dos anos, e ausência de efeitos colaterais prejudiciais. É um material com propriedades antissépticas necessárias para o selamento apical e com capacidade de eliminar os microrganismos responsáveis pela periodontite apical.

Apresenta um Ph elevado o que é importante para a estimulação da formação de tecido mineral e fibroso no terço apical radicular <sup>(7)</sup>. No entanto, há algumas limitações inerentes

a esta técnica, como a variabilidade no tempo de tratamento, a imprevisibilidade do fechamento apical em relação ao tempo, a dificuldade de fazer com que o paciente retorne para acompanhamento, o aumento do risco de fratura dentária e o atraso no tratamento (6,8).

A utilização prolongada de hidróxido de cálcio pode conduzir ao enfraquecimento da dentina devido à degradação proteica, alterando o módulo de elasticidade e a sua dureza, resultando numa dentina mais suscetível à fratura. Este facto tem sido relatado por diferentes autores como *Eric Bonte, Aurélie Beslot, Tchilalo Boukpepsi e Jean-Jacques Lasfargues* (3), que no seu artigo relataram que 4 dos 16 dentes tratados apresentaram fratura cervical. Isto pode ser associado a uma diferente disposição das fibras de colágeno e dos cristais de hidroxiapatita da dentina radicular e coronária(3), o que faz com que estes dentes apresentem alterações de elasticidade.

O uso do hidróxido de cálcio implica a necessidade de realizar várias sessões nas quais o material é depositado no interior do canal, até se conseguir a formação de uma barreira apical por deposição. Após esta barreira apical estar formada, será realizada a obturação completa do canal com um material obturador que será colocado até a barreira apical.

*Ghaeth H. Yassen, Judith Chin, Ahmed G. Mohammedsharif, Saif S. Alsoufy, Samer S. Othman e George Eckert* (10) no seu estudo analisaram os eventuais efeitos da aplicação repetida de hidróxido de cálcio no dente para formação da barreira apical. Neste estudo 74% dos dentes mostraram que só foi preciso uma única aplicação de hidróxido de cálcio no canal radicular para a formação da barreira mineralizada, que foi observada 6 meses após essa aplicação, associando este evento a um protocolo de instrumentação mínima canalar. Também reportou uma relação entre uma maior demora na formação da barreira apical e a necessidade de mais de uma aplicação de  $\text{Ca(OH)}_2$  nos dentes que apresentavam deslocamento por causa de trauma ou naqueles em que foi diagnosticada lesão periapical fistulada. Outros fatores foram descartados em relação ao tempo de formação da barreira, tais como idade, sexo, grau de desenvolvimento apical, presença ou não de dor.

Análises radiográficas têm comprovado que o hidróxido de cálcio é um bom material para a formação radicular, já que permite modificar a anatomia das raízes permitindo um selamento apical, além de demonstrar que é capaz de eliminar lesões periapicais, como a periodontite.

No seu estudo *Fonzar, F., Forner, L., Fabian-Fonzar, R., & Llena, C.* <sup>(18)</sup> indicaram que macroscopicamente o forame apical apresentava um maior comprimento, mas que o crescimento das paredes radiculares era normal ainda que externamente a porção radicular criada depois do tratamento apresentava uma cor mais clara. Examinando os cortes microscópicos, foi possível observar no ápice um material calcificado amorfo, semelhante à dentina terciária, que estava revestido por uma camada de estrutura cementóide na superfície externa. A parede neoformada apresentava uma morfologia de desenvolvimento irregular, com diferentes padrões estruturais, incluindo dentina similar à dentina secundária e terciária, osteodentina e dentina regular. Nalgumas áreas os túbulos estavam ausentes ou apresentavam uma disposição estranha. Pôde ser observado o crescimento por sobreposições.

Assim, pode-se dizer que o hidróxido de cálcio atende a dois objetivos pretendidos pela apexificação que são a criação de uma barreira mineral na porção apical da raiz, bem como a eliminação de sintomas clínicos e radiográficos.

A fim de acelerar os protocolos a seguir e assegurar um bom resultado do tratamento sem necessidade de colaboração do paciente, como é necessário na apexificação com hidróxido de cálcio, procuraram-se técnicas para reduzir o tempo necessário para a formação da barreira apical. É neste grupo que se encontram a apexificação com MTA e a apexificação com Biodentine, dois materiais mais recentes que apresentam grandes vantagens com resultados semelhantes ou superiores ao hidróxido de cálcio.

A principal diferença mostrada por estes dois materiais em comparação com o hidróxido de cálcio é que conseguem a formação de uma barreira apical através da sua própria condensação, enquanto o hidróxido de cálcio a consegue através da deposição do material em múltiplas aplicações. Portanto, o processo é muito mais rápido com MTA e Biodentine.

### **5.2.2 Apexificação com agregado trióxido mineral (MTA)**

O Agregado de Trióxido Mineral (MTA), introduzido por Torabinejad (1993), é um material constituído principalmente por partículas de silicato tricálcico, aluminato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato férrico tetracálcico, óxido de bismuto e sulfato de cálcio di-hidratado. É biocompatível, antimicrobiano e não tem citotoxicidade, previne o vazamento bacteriano e é eficaz mesmo em ambiente húmido. Tem a capacidade de estimular a libertação de

citocinas das células ósseas, promovendo a formação de tecido duro, previne microvazamentos e promove a regeneração<sup>(6)</sup>. Além disso tem a capacidade de formar cristais semelhantes à apatita na superfície externa exposta a fluidos corporais<sup>(7)</sup>.

O agregado de trióxido mineral (MTA) tem mostrado ser um material com uma grande biocompatibilidade que pode ser apropriado para a indução de uma barreira apical calcificada nos dentes permanentes imaturos necrosados traumatizados. A sua popularidade como indutor de barreira apical artificial pode ser atribuída a vários fatores. O mais importante deles é sua capacidade para formar um bom selamento e para induzir ósteo-formação. Outra vantagem é o tempo de tratamento mais curto quando comparado com HC.

Vários estudos fazendo comparação entre o MTA e o HC concluíram que o primeiro apresenta grandes vantagens sobre o segundo. *Eric Bonte, Aurélie Beslot, Tchilalo Boukpepsi e Jean-Jacques Lasfargues*<sup>(3)</sup> e *Li-Wan Lee, Sung-Chih Hsieh, Yun-Ho Lin, Chiung-Fang Huang, Sheng-Huang Hsiao, Wei-Chiang Hung*<sup>(7)</sup>, mostraram que os tempos requeridos para a formação de uma barreira apical em dentes tratados com MTA são metade do que os requeridos para a apicoformação dos dentes tratados com HC. Nos seus comparativos também analisaram o sucesso a nível clínico e radiográfico do desaparecimento dos sintomas clínicos e das lesões periapicais, demonstrando que ambos os materiais eram igualmente eficazes. No artigo de *Eric Bonte, Aurélie Beslot, Tchilalo Boukpepsi e Jean-Jacques Lasfargues*<sup>(3)</sup> o tempo de desaparecimento dos sintomas periodontais dos dentes tratados com MTA é menor do que os que foram tratados com HC. Neste estudo foi também analisado que os dentes tratados com MTA não foram afetados por qualquer tipo de fratura cervical, enquanto que na amostra de dentes tratados com HC, houve dentes fraturados. A eficácia do tratamento com MTA tinha valores próximos de 100%.

O artigo de *Li-Wan Lee, Sung-Chih Hsieh, Yun-Ho Lin, Chiung-Fang Huang, Sheng-Huang Hsiao, Wei-Chiang Hung*<sup>(7)</sup> concluiu que o hidróxido de cálcio relatou melhores resultados no aumento do comprimento da raiz em comparação com dentes tratados com MTA, porque existe a possibilidade de que o MTA possa destruir o possível tecido pulpar viável e colocar o tecido papilar apical em risco, que são estruturas necessárias para o alongamento da raiz, pelo que se sugere que o MTA seja colocado no terço coronal.

Há também o debate sobre a espessura deste tampão MTA, uma vez que pode afetar tanto as características mecânicas do dente como uma possível extrusão do material para os tecidos apicais. No estudo de *Mohite P, Ramteke AD, Gupta R, Patil S, Gupta D.*<sup>(5)</sup> foi analisada a relação entre a quantidade de MTA apresentada pelo tampão e a resistência do dente à fratura e concluiu-se que a amostra que apresentou tampão MTA de 6 mm e gutapercha foi a que apresentou os melhores resultados, mas também foi relatado que não houve grande diferença com esse tampão apical de 3 mm. Isto, pode ser levado em consideração para aqueles dentes mais curtos, uma vez que isso reduzirá o risco de possíveis extrusões do material.

Noutro estudo foi analisado o perigo de um eventual extravasamento deste material, tendo-se concluído que o MTA não apresenta qualquer tipo de perigo em caso de contacto com lesões periapicais. Foi sugerido o uso de microscópio para garantir o sucesso da colocação, já que isto nos permitiria assegurar o correto posicionamento do material assim como nos serviria para avaliar a quantidade de material colocado no dente.

Clinicamente o MTA apresenta melhores comportamentos físicos e mecânicos em comparação com o HC, sendo possível a sua utilização em ambiente com fluidos ou exsudados. Há várias vantagens na utilização do MTA, sendo a principal a necessidade de ir á consulta apenas 1 ou 2 vezes para completar o tratamento, permitindo a restauração funcional imediata.

Alguns dos inconvenientes que apresenta é que tem um elevado custo económico em comparação com o HC e é grande a sua dificuldade de manipulação. Tal como o hidróxido de cálcio, pode produzir descoloração do dente se as paredes forem finas, sendo necessário depois tratamentos para melhorar a estética.

### **5.2.3 Apexificação com novos cimentos biocerâmicos.**

Nos últimos anos foram introduzidos outros materiais como são os novos cimentos biocerâmicos, que demostraram um elevado sucesso como materiais bioativos, com propriedades osteoativas amplamente reconhecidas. Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, França) é um desses cimentos sendo composto à base de silicato tricálcico altamente purificado ( $\text{Ca}_3\text{SiO}_5$ ). As suas propriedades físicas e biológicas superiores

sugerem que é um material eficiente no campo da endodontia pediátrica e traumatologia dentária. Entre as características que diferenciam a Biodentine do MTA está o fato de o primeiro ter um tempo de secagem mais curto, o que permite a restauração no mesmo dia de sua aplicação, além de apresentar uma manipulação mais simples o que facilita o trabalho do dentista. Também tem a vantagem de não produzir alterações na cor do dente, que é uma das principais desvantagens do MTA.

Este tipo de cimento baseia o seu funcionamento na adesão à dentina radicular, formando uma junção cristalina num processo bioquímico denominado biomineralização<sup>(1)</sup>. A capacidade de mineralização da Biodentine inicia-se com a absorção de cálcio e silicato pela dentina, que por sua vez provoca uma modificação química e estrutural da dentina, o que pode resultar em maior resistência aos ácidos e resistência física<sup>(1)</sup>. Portanto, o uso de Biodentine nos casos presentes como material de obturação pode melhorar a resistência dos dentes imaturos tratados endodonticamente em relação a uma possível fratura.

Além disso, a Biodentine exibe uma maior resistência à compressão em comparação com outros cimentos de silicato tricálcico, atribuídos à baixa relação água/cimento que torna o polímero solúvel em água. Estes dados foram corroborados no artigo de *L. Martens, S. Rajasekharan, R. Cauwels*<sup>(1)</sup>.

Tem sido demonstrado que a extrusão de Biodentine não provoca danos nos tecidos periapicais e que a sua biocompatibilidade permite a sua reabsorção com o passar do tempo.

Outra vantagem que apresenta o uso de Biodentine como material obturador é que não promove a descoloração progressiva da coroa, como foi comprovado nos casos clínicos analisados no artigo de *L. Martens, S. Rajasekharan, R. Cauwels*,<sup>(1)</sup> demonstrando estabilidade de cor independentemente do oxigénio e irradiação da luz, o que a torna diferente de outros cimentos de silicato tricálcico como o agregado de trióxido mineral<sup>(1)</sup>.

Outro dos materiais biocerâmicos que tem sido recentemente incorporado na endodontia é o cimento enriquecido com cálcio (CEM), que foi introduzido no mercado em 2006 e tem apresentado ótimos resultados, tal como a Biodentine. Trata-se de um cimento à base de água, que se apresenta comercialmente com uma porção líquida e um pó, que tem a cor do dente e oferece grande capacidade de selagem, altas propriedades antimicrobianas, capacidade de induzir a formação de tecido duro e requer menos tempo para secagem.

*Saeed Asgary, Mahta Fazlyab, Ali Nosrat<sup>(17)</sup>* no seu estudo escolheram este material para os tratamentos de apexificação e revascularização pulpar de dois incisivos maxilares bilaterais necróticos permanentes imaturos necrosados. Clínica e radiograficamente foi possível verificar o sucesso de ambos os tratamentos, observando-se radiograficamente um ligeiro aumento no crescimento do dente que foi tratado com revascularização pulpar, em comparação com o incisivo contralateral. No que diz respeito à utilização de CEM como material para obturação, este demonstrou propriedades que podem ser muito úteis no tratamento deste tipo de dentes, uma vez que, tal como a Biodentine, permite a restauração imediata após a aplicação e não apresenta sinais de descoloração coronal no dente quando é utilizado.

#### ***Que material é o melhor para fazer a apexificação?***

Depois de analisar as características dos materiais mais comumente utilizados para a apexificação, podemos dizer que qualquer um deles apresenta taxas de efetividade altamente demonstradas pelo que nesse aspeto qualquer um deles poderia ser utilizado. Analisando outros detalhes, como a resistência à fratura, seu tempo de trabalho, a sua facilidade de manejo..., podemos dizer que o material de referência na atualidade deveria ser Biodentine já que mostra características superiores em relação ao MTA e ao HC, e há um maior número de estudos realizados sobre este material em comparação com o CEM. Relativamente à resistência à fratura *Mohite, P., Ramteke, A. D., Gupta, R., Patil, S., & Gupta, D.* <sup>(5)</sup> observaram que no seu estudo in vitro, os dentes imaturos intactos apresentavam maior resistência à fratura em comparação com aqueles que foram submetidos à apexificação com hidróxido de cálcio. Também analisaram a resistência à fratura de dentes tratados com MTA e com Biodentine. Os dados mostraram que a obturação radicular completa com ambos os materiais diminuía em pequena medida a resistência à fratura. Quando o protocolo a seguir era a colocação de um plug de qualquer um dos dois materiais e a posterior obturação com guttapercha a resistência à fratura aumentava consideravelmente, sendo a combinação de Biodentine com guttapercha a amostra que melhores resultados outorgava.

Por todos estes argumentos, associados ao facto de a Biodentine não provocar descoloração do dente, a sua biocompatibilidade e seu fácil manejo, sugere-se que seja o material de eleição para a apexificação.

### 5.3 Revascularização pulpar

A apexificação tem sido verificada como uma boa opção para o tratamento de dentes permanentes imaturos necrosados por trauma, mas apresenta algumas desvantagens como o tempo para obter resultados, a possível descoloração da porção cervical dos dentes. No entanto, a sua maior desvantagem é não permitir continuar o desenvolvimento radicular e no caso da apexificação com HC, aumenta a suscetibilidade de fratura dos dentes tratados. Na tentativa de evitar estes problemas, outra técnica foi sugerida para o tratamento destes dentes que é conhecida como revascularização pulpar, também chamada endodontia regenerativa ou revitalização pulpar.

Esta modalidade de tratamento foi introduzida como uma alternativa biológica para a maturação contínua de toda a raiz através da regeneração do tecido pulpar<sup>(19)</sup>. Na endodontia regenerativa, um dos objetivos é promover a continuação do desenvolvimento radicular, além da resolução do processo da doença. Desde a primeira vez que foi notificado, na década de 2000, numerosos estudos demonstraram que este tratamento permite a continuação da deposição de material duro nas paredes radiculares, aumentando sua espessura, bem como o aumento do comprimento das raízes e a diminuição do diâmetro do forame apical. Outra grande vantagem que apresenta este tratamento é que depois de se ter controlado a infeção, ele pode ser realizado numa única sessão, não sendo preciso que o paciente tenha de ir numerosas vezes ao consultório, pelo que as probabilidades de sucesso do tratamento aumentam.

Depois de realizar uma limpeza exaustiva do interior do canal dentário e estimular as células-tronco remanescentes da polpa dentária e as células-tronco mesenquimais da papila apical, é possível criar tecido. Este novo tecido pode favorecer a formação de tecido duro na parede do dente já existente, permitindo o desenvolvimento contínuo da raiz.

A revascularização tem demonstrado sucesso no aumento da espessura e do comprimento radicular, bem como na diminuição do diâmetro do forâmen apical<sup>(20)</sup>. Num grande número

de casos os resultados foram já visíveis 3 meses após o procedimento. Sendo que 12 meses após a revascularização o desaparecimento de sintomas foi total <sup>(13)</sup>.

Histologicamente também foram analisados os resultados, mostrando que a porção apical do canal está cheia de novo tecido mineral, uma dentina atípica que não apresentava túbulos.

No artigo de *Louis M. Lin, Emi Shimizu, Jennifer L. Gibbs, Simona Loghin e Domenico Ricucci* <sup>(15)</sup> foi reportado que uma parte fundamental do êxito da revascularização é a desinfecção. Uma amostra foi analisada histologicamente após uma R.P falhada, e mostrou que o tecido canalar estava extensamente destruído. Biofilme estava presente nas paredes do canal penetrando nos túbulos dentinários. A porção coronal estava livre de microrganismos, demonstrando assim que as propriedades de isolamento do MTA na revascularização são ótimas.

*Hargreaves et al.* <sup>(19)</sup> identificaram três componentes essenciais para o sucesso da engenharia de tecidos. Eles são: as células tronco que são capazes de formação de tecido duro, as moléculas de sinalização ou estimulação celular, proliferação e diferenciação, e, finalmente uma estrutura física tridimensional (matriz) que apoia o crescimento celular e a diferenciação <sup>(19)</sup>.

No protocolo tradicional de revascularização o coágulo sanguíneo serviu de matriz para o desenvolvimento e proliferação celular. Às vezes, a indução do coágulo não é possível ou não é suficiente, pelo que se introduziu na técnica a utilização de matrizes (*scaffolds*) autólogas e artificiais <sup>(11)</sup>.

As matrizes (*scaffolds*) são um componente crucial na engenharia de tecidos, fornecendo suporte para o crescimento celular, diferenciação e formação de vasos sanguíneos. Elas são colocadas no interior dos canais radiculares, abaixo da junção amelocementaria com ajuda de pluggers endodónticos, após a indução do sangramento dos tecidos periapicais, para formar um coágulo sanguíneo. Uma matriz ideal deve ter uma estrutura porosa para permitir a colocação de células e fatores de crescimento, ser biocompatível com os tecidos circundantes, conter fatores de crescimento, ter uma forma adequada para a substituição de tecidos e ser biodegradável sem produzir subprodutos nocivos <sup>(19)</sup>.

Existem vários tipos, tanto naturais (como coágulos sanguíneos, fibrina rica em plaquetas, ácido hialurônico, quitosana e quitina) quanto sintéticas (ácido polilático, ácido poliglicólico,

fosfato tricálcico e hidroxiapatita) que foram utilizadas em combinação com células da polpa dentária para regenerar a dentina ou os complexos dentina-polpa. As naturais são vantajosas devido à sua biocompatibilidade e bioatividade, enquanto as matrizes sintéticas proporcionam melhor controle sobre a taxa de degradação e têm propriedades mecânicas superiores<sup>(19)</sup>.

Diferentes estudos compararam os resultados do tratamento com matrizes naturais e artificiais.

Fibrina rica em plaquetas (PRF), foi a matriz natural mais estudada, resultando num coágulo, obtido a partir da centrifugação do sangue do próprio paciente, que é pressionado entre duas membranas para ser posteriormente introduzido no canal radicular. Apresenta como vantagem ser um fluido autólogo<sup>(11,21)</sup> o que o converte num material seguro e mais económico<sup>(11)</sup>, é simples de obter, rico em fatores de crescimento e forma uma matriz tridimensional<sup>(21)</sup>. Os tratamentos realizados com esta técnica têm dado grandes resultados, talvez pela presença de fatores de crescimento nas plaquetas que podem influenciar a proliferação celular<sup>(19)</sup>. Foram reportados ótimos resultados tanto na cicatrização periapical, como no fechamento apical, assim como no aumento de comprimento e na espessura das paredes radiculares quando foi utilizada.

Das múltiplas matrizes artificiais existentes no mercado, a que melhores resultados tem oferecido é o colagénio. Na composição da polpa dentária existe colagénio tipo I, o que pode explicar por que o colagénio artificial apresenta resultados satisfatórios tanto no crescimento radicular como na constrição apical. Este material permite a regeneração através da sua própria degradação<sup>(19)</sup>.

A revascularização requer uma matriz para fornecer o microambiente físico-químico e biológico correto para o crescimento, diferenciação, migração e proliferação e também para a adesão celular. Tudo isto é influenciado pela bainha da Hertwig.

Atualmente, o resultado deste procedimento é ainda considerado pouco previsível e multifatorial. Estudos como o artigo de *Bishoy Safwat Estefan, Kariem Mostafa El Batouty, Mohamed Mokhtar Nagy e Anibal Diogenes*<sup>(12)</sup> analisaram se fatores como a idade e o desenvolvimento radicular pré-operatório têm influência, tendo concluído que os dentes pertencentes a idades mais jovens mostram melhores resultados tanto no crescimento

longitudinal, como no espessamento das paredes dentinárias, podendo ter isto relação com o maior potencial das células-tronco da população mais jovem.

Outro fator que foi avaliado foi o tamanho da constrição apical no momento do tratamento, já que parece ser também um fator importante para o sucesso da revitalização pulpar. Na população mais jovem parece mostrar que não tem grande efeito, mas ao contrário na população mais adulta o diâmetro apical parece influenciar o diâmetro, sendo que aqueles pacientes com idades mais elevadas e com ápices mais estreitos mostram os piores resultados na evolução.

Numa comparação da revascularização pulpar e a apexogénese, com *Vitapex* paste (Neo Dental International, Inc, Tokyo, Japan), no mesmo indivíduo, o dente com polpa necrosada mostrou valores radiográficos semelhantes aos do dente vital, sendo que o crescimento radicular estava presente em ambos<sup>(22)</sup>.

## 6. CONCLUSÃO

Atualmente, o médico dentista tem à sua disposição diferentes técnicas para o tratamento de dentes permanentes imaturos necrosados devido a traumas, que se têm revelado muito eficazes.

Independentemente do tratamento escolhido, existe um fator que é decisivo para alcançar o sucesso, que é o processo de desinfeção. Uma desinfeção correta será fundamental e crucial para que o tratamento deste tipo de dentes seja viável.

Dos múltiplos materiais que têm sido utilizados ao longo dos anos para a apexificação, o tratamento que atualmente apresenta melhores condições é o que utiliza a Biodentine, uma vez que apresenta a mesma taxa de sucesso que outros materiais como HC ou MTA, mas tem características físicas e biomecânicas superiores e não apresenta nenhuma das desvantagens que podem produzir os materiais acima mencionados.

Apesar de ter um sucesso mais do que comprovado, o uso da técnica de apexificação não promove na maioria dos casos a continuação do desenvolvimento radicular, enquanto a revascularização pulpar o faz.

Esta técnica permite resolver a patologia e os sintomas a ela associados, bem como promover a deposição de material nas paredes radiculares resultando em dentes com paredes radiculares mais compridas e com maior espessura. Apesar disso, é necessário estudar mais casos a longo prazo, uma vez que se trata de um tratamento relativamente recente.

É possível concluir que tanto a apexificação quanto a revascularização pulpar são duas técnicas eficazes para o tratamento de dentes permanentes imaturos necrosados por trauma, sendo que a revascularização pulpar pode ser considerada como um tratamento de primeira escolha, uma vez que promove a continuação do desenvolvimento radicular e no caso desta falhar a apexificação poderia ser realizada como segunda opção.

## Refêrencias Bibliográficas

1. Rajasekharan S, Martens L, Rajasekharan S, Cauwels R. Endodontic treatment of trauma-induced necrotic immature teeth using a tricalcium silicate-based bioactive cement. A report of 3 cases with 24-month follow-up [Internet]. Vol. 17, Article in European Journal of Paediatric Dentistry. 2016. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/296849782>
2. Jamshidi D, Homayouni H, Moradi Majd N, Shahabi S, Arvin A, Ranjbar Omidi B. Impact and Fracture Strength of Simulated Immature Teeth Treated with Mineral Trioxide Aggregate Apical Plug and Fiber Post Versus Revascularization. *J Endod.* 2018;44(12).
3. Bonte E, Beslot A, Boukpepsi T, Lasfargues JJ. MTA versus Ca(OH)<sub>2</sub> in apexification of non-vital immature permanent teeth: a randomized clinical trial comparison. *Clin Oral Investig.* 2015;19(6).
4. Abulhamael AM, Zweig S, Kutbi AS, Alrehili RS, Alzamzami ZT, Alharbi YM. Combination of revascularization and apexification in the treatment of an avulsed tooth: A case report. *Journal of Contemporary Dental Practice.* 2020;21(7).
5. Mohite P, Ramteke A, Gupta R, Patil S, Gupta D. Comparative evaluation of mineral trioxide aggregate and biodentine apical plug thickness on fracture resistance of immature teeth: An In vitro study. *Ann Afr Med.* 2022;21(3).
6. Damle SG, Bhattal H, Loomba A. Apexification of anterior teeth: a comparative evaluation of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide paste. *J Clin Pediatr Dent.* 2012;36(3).
7. Lee LW, Hsieh SC, Lin YH, Huang CF, Hsiao SH, Hung WC. Comparison of clinical outcomes for 40 necrotic immature permanent incisors treated with calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate apexification/apexogenesis. *Journal of the Formosan Medical Association.* 2015;114(2).
8. Gharechahi M, Shojaeian S. Management of Traumatized Permanent Incisors. Revascularization and Delayed Replantation. *N Y State Dent J.* 2016;82(1).
9. Nagata JY, Figueiredo De Almeida Gomes BP, Rocha Lima TF, Murakami LS, De Faria DE, Campos GR, et al. Traumatized immature teeth treated with 2 protocols of pulp revascularization. *J Endod.* 2014;40(5).
10. Yassen GH, Chin J, Mohammedsharif AG, Alsoufy SS, Othman SS, Eckert G. The effect of frequency of calcium hydroxide dressing change and various pre- and inter-operative factors on the endodontic treatment of traumatized immature permanent incisors. *Dental Traumatology.* 2012;28(4).
11. Ray HL, Marcelino J, Braga R, Horwat R, Lisien M, Khaliq S. Long-term follow up of revascularization using platelet-rich fibrin. *Dental Traumatology.* 2016;32(1).
12. Estefan BS, El Batouty KM, Nagy MM, Diogenes A. Influence of Age and Apical Diameter on the Success of Endodontic Regeneration Procedures. *J Endod.* 2016;42(11).
13. Shimizu E, Ricucci D, Albert J, Alobaid AS, Gibbs JL, Huang GTJ, et al. Clinical, radiographic, and histological observation of a human immature permanent tooth with chronic apical abscess after revitalization treatment. *J Endod.* 2013;39(8).

14. Forghani M, Parisay I, Maghsoudlou A. Apexogenesis and revascularization treatment procedures for two traumatized immature permanent maxillary incisors: a case report. *Restor Dent Endod.* 2013;38(3).
15. Lin LM, Shimizu E, Gibbs JL, Loghin S, Ricucci D. Histologic and histobacteriologic observations of failed revascularization/revitalization therapy: A case report. *J Endod.* 2014;40(2).
16. Chang SW, Oh TS, Lee W, Shun-Pan Cheung G, Kim HC. Long-term observation of the mineral trioxide aggregate extrusion into the periapical lesion: A case series. *Int J Oral Sci.* 2013;5(1).
17. Asgary S, Fazlyab M, Nosrat A. Regenerative endodontic treatment versus apical plug in immature teeth: Three-year follow-up. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry.* 2016;40(5).
18. Fonzar F, Forner L, Fabian-Fonzar R, Llana C. Induced post-traumatic apexification: 20 year follow-up and morphological study after new fracture. *Annals of Anatomy.* 2018;216.
19. Mittal N, Parashar V. Regenerative evaluation of immature roots using PRF and artificial scaffolds in necrotic permanent teeth: A clinical study. *Journal of Contemporary Dental Practice.* 2019;20(6).
20. Saoud TMA, Zaazou A, Nabil A, Moussa S, Lin LM, Gibbs JL. Clinical and radiographic outcomes of traumatized immature permanent necrotic teeth after revascularization/revitalization therapy. *J Endod.* 2014;40(12).
21. Jadhav G, Shah N, Logani A. Revascularization with and without platelet-rich plasma in nonvital, immature, anterior teeth: A pilot clinical study. *J Endod.* 2012;38(12).
22. Lin J, Zeng Q, Wei X, Zhao W, Cui M, Gu J, et al. Regenerative Endodontics Versus Apexification in Immature Permanent Teeth with Apical Periodontitis: A Prospective Randomized Controlled Study. *J Endod.* 2017;43(11).