



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LAVRAS
ESPECIALIZAÇÃO EM ENDODONTIA

TATIELLE CARDOSO RESENDE

**REVASCULARIZAÇÃO PULPAR EM DENTES PERMANENTES COM
RIZOGÊNESE INCOMPLETA – UMA REVISÃO DA LITERATURA**

LAVRAS-MG

2026

TATIELLE CARDOSO RESENDE

**REVASCULARIZAÇÃO PULPAR EM DENTES PERMANENTES COM
RIZOGÊNESE INCOMPLETA – UMA REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário de
Lavras, como parte das exigências do
curso Especialização em Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Jáder Camilo Pinto

PROFESSOR

Dr. Jáder Camilo Pinto

LAVRAS - MG

2026

Ficha Catalográfica preparada pelo Setor de Processamento
Técnico da Biblioteca Central do UNILAVRAS

R433r Resende, Tatielle Cardoso.
Revascularização pulpar em dentes permanentes com
rizogênese incompleta- uma revisão da literatura / Tatielle
Cardoso Resende. – Lavras: Unilavras. 2026.

31f.:il.

Monografia (Graduação em Odontologia) - Unilavras,
Lavras, 2026.

Orientador: Prof. Jáder Camilo Pinto.

1. Revascularização pupar. 2. Rizogênese
incompleta. 3. Regeneração endodôntica. 4 .Necrose
pulpar. I. Pinto, Jáder Camilo. II. Título.

TATIELLE CARDOSO RESENDE

**REVASCULARIZAÇÃO PULPAR EM DENTES PERMANENTES COM
RIZOGÊNESE INCOMPLETA – UMA REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário de
Lavras, como parte das exigências do
curso Especialização em Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Jáder Camilo Pinto

Aprovado em 06 de fevereiro de 2026

MEMBROS DA BANCA

Prof. Dr. Jáder Camilo Pinto
Centro Universitário de Lavras

Prof. Dr. Marcone Reis Luiz
Centro Universitário de Lavras

Prof. Dr. Luis Otavio de Oliveira
Centro Universitário de Lavras

LAVRAS - MG

2026

RESUMO

A revascularização pulpar tem emergido como uma alternativa promissora ao tratamento endodôntico convencional em dentes permanentes jovens com rizogênese incompleta e necrose pulpar. Essa condição representa um desafio clínico significativo, uma vez que a interrupção do desenvolvimento radicular resulta em paredes dentárias finas, ápice aberto e maior suscetibilidade à fratura. Tradicionalmente, a apicificação com hidróxido de cálcio ou agregado trióxido mineral (MTA) foi amplamente utilizada; entretanto, tais técnicas não favorecem a continuidade do desenvolvimento radicular. Nesse contexto, a endodontia regenerativa surge com o objetivo de promover a regeneração tecidual, possibilitando o espessamento das paredes dentinárias e o fechamento apical. A presente revisão da literatura tem como objetivo analisar as evidências científicas disponíveis sobre a eficácia, as indicações clínicas, os protocolos utilizados e os resultados clínicos e radiográficos da revascularização pulpar. Foram selecionados artigos publicados nas últimas décadas que abordam casos clínicos, revisões sistemáticas e estudos laboratoriais sobre o tema. Os resultados evidenciam que a técnica apresenta taxas elevadas de sucesso clínico, com diminuição de sintomas, fechamento apical e espessamento das paredes dentinárias. No entanto, ainda são necessários estudos de longo prazo e padronização dos protocolos para consolidar a previsibilidade do tratamento. Conclui-se que a revascularização pulpar representa uma alternativa viável para o manejo de dentes imaturos com necrose pulpar, oferecendo potencial de regeneração biológica e preservação da estrutura dentária.

Palavras-chave: Revascularização pulpar; rizogênese incompleta; regeneração endodôntica; dente imaturo; necrose pulpar.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVOS.....	8
2.1 Objetivo Geral.....	8
2.2 Objetivos Específicos	8
3 METODOLOGIA	9
3.1 Estratégia de busca.....	9
3.2 Critérios de inclusão	9
3.3 Critérios de exclusão	10
3.4 Etapas da revisão	10
3.5 Aspectos éticos	10
4 REVISÃO DA LITERATURA	11
4.1 Necrose pulpar em dentes com rizogênese incompleta.....	12
4.2 Apicificação	13
4.3 Revascularização pulpar	14
4.3.1 Soluções irrigadoras para desinfecção da revascularização.....	16
4.3.2 Medicação intracanal para desinfecção	17
4.3.3 Regeneração pulpar	19
4.3.4 Limitações.....	23
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
6 ORÇAMENTO.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

A manutenção da vitalidade pulpar em dentes permanentes jovens é fundamental para o desenvolvimento completo da raiz dentária e o fechamento apical. Quando ocorre necrose pulpar em dentes com rizogênese incompleta, frequentemente associada a traumatismos dentários ou processos infecciosos, estabelece-se um desafio clínico, uma vez que apresentam paredes radiculares finas e ápice aberto, fatores que dificultam a instrumentação, a obturação convencional do sistema de canais radiculares e aumentam o risco de fraturas ao longo do tempo (Lourenço; Silva; Pagliosa, 2023).

A avaliação do estágio de desenvolvimento radicular nesses casos pode ser realizada por meio do sistema proposto por Nolla (1960), que classifica a formação dentária em dez estágios progressivos, desde a ausência de cripta óssea até o fechamento completo do ápice radicular. O chamado “Estágio de Nolla” permite determinar o grau de maturação do dente, sendo particularmente relevante nos estágios 7 a 9, nos quais há formação radicular incompleta e ápice aberto. Essa classificação auxilia no planejamento terapêutico, na escolha da abordagem endodôntica mais adequada e no acompanhamento da continuidade do desenvolvimento radicular após procedimentos regenerativos (Wang *et al.*, 2024; Yadav *et al.*, 2024).

Historicamente, a apicificação foi considerada o tratamento de escolha para esses casos, utilizando inicialmente o hidróxido de cálcio e, posteriormente, biomateriais como o agregado trióxido mineral (MTA). No entanto, esses métodos não promovem a continuação do desenvolvimento radicular, resultando em dentes com prognóstico desfavorável a longo prazo. Nesse contexto, a revascularização pulpar, uma das modalidades da chamada endodontia regenerativa, tem emergido como uma alternativa promissora, por permitir, em muitos casos, a continuidade do desenvolvimento radicular e o espessamento das paredes dentinárias (De Lima *et al.*, 2019).

A revascularização pulpar baseia-se em princípios biológicos fundamentais, como a desinfecção efetiva do canal radicular, a preservação das células-tronco da papila apical e a indução de um coágulo sanguíneo intracanal, que atua como arcabouço natural para a migração celular, angiogênese e neoformação tecidual. O uso de biomateriais biocompatíveis para o selamento coronário, como o MTA ou

biocerâmicos, é essencial para o sucesso do procedimento, uma vez que garante um ambiente favorável à regeneração e impede a reinfecção do canal. Estudos clínicos e radiográficos têm demonstrado resultados promissores, incluindo aumento do comprimento radicular, espessamento das paredes dentinárias e, em alguns casos, retorno da sensibilidade pulpar (Martins Júnior *et al.*, 2022).

Diante disso, esta revisão de literatura tem como objetivo analisar criticamente as evidências científicas disponíveis sobre a revascularização pulpar em dentes permanentes com rizogênese incompleta, discutindo seus fundamentos biológicos, protocolos clínicos, vantagens, limitações e perspectivas futuras.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a técnica de revascularização pulpar aplicada a dentes permanentes com rizogênese incompleta, destacando seus fundamentos, benefícios, limitações e implicações clínicas, por meio de uma revisão narrativa da literatura científica.

2.2 Objetivos Específicos

- Descrever os procedimentos clínicos envolvidos na revascularização pulpar em dentes com rizogênese incompleta;
- Identificar os principais benefícios e limitações da técnica frente aos métodos tradicionais de apicificação;
- Avaliar os desfechos clínicos e radiográficos relatados em estudos recentes;
- Discutir a aplicabilidade da revascularização na prática clínica da endodontia regenerativa;
- Apontar lacunas existentes na literatura e sugerir direcionamentos para pesquisas futuras.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão narrativa da literatura, de natureza básica, com abordagem qualitativa e objetivo descritivo, cujo propósito foi compreender e discutir os principais aspectos relacionados à revascularização pulpar em dentes permanentes com rizogênese incompleta. Optou-se pela revisão narrativa da literatura, por se tratar de um método que permite uma análise ampla, descritiva e interpretativa do tema, sem o uso de critérios rígidos de seleção e avaliação dos estudos, sendo adequada para contextualizar e discutir conceitos teóricos e clínicos (Rother, 2007; Gil, 2017).

3.1 Estratégia de busca

A busca bibliográfica foi realizada de forma não sistemática, por meio da leitura de diferentes fontes da literatura científica disponíveis nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus, *Web of Science*, LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde) e SciELO (*Scientific Electronic Library Online*). Os termos foram combinados de maneira livre, conforme a relevância dos resultados encontrados.

Foram utilizadas combinações de descritores controlados e não controlados, em português e inglês, conforme os vocabulários DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) e MeSH (*Medical Subject Headings*). Entre os principais termos utilizados estão: “revascularização pulpar”, “endodontia regenerativa”, “rizogênese incompleta”, “dente imaturo”, “necrose pulpar”, “apicificação”.

3.2 Critérios de inclusão

Foram incluídos na revisão os artigos que atendem aos seguintes critérios:

- Publicação entre os anos de 2000 e 2025;
- Escritos em português, inglês ou espanhol;
- Acesso ao texto completo;
- Artigos científicos, revisões de literatura, relatos de caso e diretrizes clínicas;

- Foco em revascularização pulpar e tratamentos relacionados a dentes permanentes imaturos com necrose pulpar.

3.3 Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão adotados foram:

- Editorial, carta ao editor, resumos de eventos e trabalhos de opinião;
- publicações com informações superficiais ou desatualizadas e materiais sem respaldo científico;
- Artigos duplicados entre bases de dados.

3.4 Etapas da revisão

A revisão foi conduzida conforme as seguintes etapas metodológicas:

- 1) Leitura exploratória dos títulos e resumos;
- 2) Leitura integral dos trabalhos considerados relevantes;
- 3) Análise crítica e interpretativa do conteúdo;
- 4) Síntese narrativa dos resultados, integrando as informações obtidas de forma descritiva e contextualizada, sem a individualização dos artigos analisados.

3.5 Aspectos éticos

Por tratar-se de uma pesquisa baseada exclusivamente em dados secundários disponíveis em literatura científica publicada e acessível publicamente, esta revisão não requer apreciação por Comitê de Ética em Pesquisa, conforme a Resolução n.º 510, de 7 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde.

4 REVISÃO DA LITERATURA

A revascularização pulpar é uma das terapias regenerativas mais promissoras na Endodontia contemporânea, especialmente indicada para dentes permanentes jovens com rizogênese incompleta e necrose pulpar. Essa abordagem tem como objetivo restaurar a vitalidade pulpar, possibilitando a continuação do desenvolvimento radicular, espessamento das paredes dentinárias e fechamento apical (Torabinejad; Turman, 2011).

Dentes com rizogênese incompleta apresentam grande desafio clínico, pois a formação radicular interrompida compromete a resistência do dente, dificultando seu tratamento e aumentando o risco de fraturas. Tradicionalmente, o tratamento de eleição nesses casos era o uso de barreiras apicais artificiais com MTA (Agregado Trióxido Mineral) ou a técnica de apicificação com hidróxido de cálcio, embora esses métodos não promovam o desenvolvimento radicular completo (Lourenço; Silva; Pagliosa, 2023).

A revascularização se baseia nos princípios da engenharia tecidual, envolvendo três componentes essenciais: células-tronco, arcabouço (*scaffold*) e sinais de crescimento (*growth factors*). A técnica clínico-laboratorial geralmente inclui desinfecção química do canal radicular com irrigação à base de hipoclorito de sódio e EDTA, seguida da indução de um coágulo sanguíneo no interior do canal, que atua como um arcabouço biológico para a migração celular (Banchs; Trope, 2004).

A escolha do irrigante e do protocolo medicamentoso intracanal também tem sido amplamente estudada. A pasta triantibiótica (ciprofloxacina, metronidazol e minociclina) foi inicialmente recomendada, mas alternativas como hidróxido de cálcio vêm sendo exploradas devido à citotoxicidade e descoloração dentária causadas pela minociclina (Kim *et al.*, 2010).

Embora os resultados clínicos sejam animadores, a revascularização pulpar ainda enfrenta limitações, como a ausência de padronização dos protocolos, variabilidade nos resultados e falta de evidências histológicas conclusivas. Por isso, é fundamental a realização de mais estudos clínicos randomizados e de longo prazo para consolidar a técnica como padrão ouro em casos de necrose pulpar com rizogênese incompleta.

4.1 Necrose pulpar em dentes com rizogênese incompleta

A necrose pulpar em dentes permanentes com rizogênese incompleta representa um dos maiores desafios clínicos da Endodontia, especialmente na faixa etária pediátrica e adolescente. A rizogênese é o processo biológico de formação e maturação da raiz dentária, que ocorre após a erupção do dente e pode estender-se por até três anos. Quando ocorre necrose pulpar antes da conclusão desse processo, há interrupção do desenvolvimento radicular, resultando em raízes curtas, paredes dentinárias finas e ápices abertos (Lourenço; Silva; Pagliosa, 2023).

A etiologia da necrose pulpar em dentes imaturos é comumente associada a traumatismos dentários (luxações, fraturas), cárie extensa ou restaurações profundas, que comprometem a vascularização da polpa. A interrupção do suprimento sanguíneo leva à morte celular e à perda da vitalidade pulpar, o que, por sua vez, compromete os mecanismos fisiológicos responsáveis pelo alongamento radicular e deposição de dentina (Banchs; Trope, 2004).

Clinicamente, essa condição apresenta um risco significativo para o dente afetado. A fragilidade das paredes radiculares torna o elemento mais suscetível a fraturas, dificultando o selamento apical e aumentando o risco de falha dos tratamentos endodônticos tradicionais. Além disso, a ampla comunicação entre o canal radicular e o tecido periapical em dentes com ápice aberto favorece a disseminação de microrganismos e dificulta a obtenção de um ambiente estéril no interior do canal (Torabinejad; Turman, 2011).

Durante décadas, o tratamento de eleição para esses casos foi a apicificação, que visa formar uma barreira mineralizada no ápice para permitir o selamento do canal. No entanto, esse método não contribui para o desenvolvimento radicular e, em muitos casos, requer múltiplas sessões com troca de medicação intracanal, prolongando o tempo de tratamento (Lourenço; Silva; Pagliosa, 2023).

Com o avanço da biotecnologia, passou-se a buscar abordagens mais biológicas e regenerativas, culminando no desenvolvimento da revascularização pulpar. Essa técnica tem como objetivo não apenas controlar a infecção, mas reativar o potencial de desenvolvimento radicular, oferecendo uma alternativa viável para dentes jovens com necrose pulpar e rizogênese incompleta (Huang *et al.*, 2009).

Portanto, a necrose pulpar em dentes com rizogênese incompleta é uma condição de alto risco funcional, que exige um planejamento terapêutico cuidadoso. A escolha do tratamento deve considerar não apenas a eliminação da infecção, mas também a preservação estrutural do dente e o estímulo à regeneração dos tecidos dentários.

4.2 Apicificação

Tradicionalmente, a apicificação é empregada no tratamento de dentes permanentes imaturos que apresentam necrose pulpar. Esse procedimento objetiva promover o fechamento do forame apical por meio da formação de um tecido mineralizado rígido, que pode ser composto por osteocimento, osteodentina, osso, ou uma combinação desses tecidos, diferindo apenas na sua espessura (Menezes; Ribeiro; Barvosa, 2022).

Para isso, inicialmente é necessário criar um ambiente propício para a reparação tecidual, o que envolve a desinfecção do canal radicular através da remoção de detritos e microrganismos, utilizando soluções irrigantes e técnicas de instrumentação endodôntica que eliminem o conteúdo orgânico presente (Parirokh; Torabinejad, 2010).

Após essa etapa, realiza-se a aplicação e a troca periódica de medicamentos intracanaís, com o intuito de estimular a deposição gradual do tecido mineralizado no ápice, possibilitando o travamento adequado do cone de guta-percha. Esse selamento adequado é fundamental para o sucesso da obturação do canal, etapa final do tratamento endodôntico (AAE - American Association of Endodontists, 2021).

Além dos materiais tradicionais, como o hidróxido de cálcio e o agregado trióxido mineral (MTA), pesquisas recentes têm explorado novas abordagens e aprimorado protocolos para a apicificação. Estudos contemporâneos reforçam a eficácia desses materiais na indução do fechamento apical em dentes imaturos com necrose pulpar (Portela *et al.*, 2024; Verçosa *et al.*, 2023).

Portela *et al.* (2024) destacam que a apicificação permanece como técnica padrão, principalmente pelo seu custo-benefício e previsibilidade clínica, embora enfatizem a importância da correta desinfecção do canal e do manejo adequado do material intracanal para otimizar os resultados. Paralelamente, Verçosa *et al.* (2023) apontam para a necessidade de protocolos clínicos padronizados que garantam a

eficácia da técnica e reduzam o tempo de tratamento, minimizando as consultas e melhorando a adesão do paciente.

Além disso, Veraset *et al.* (2023) discutem a crescente utilização da revascularização pulpar como alternativa à apicificação convencional, ressaltando sua capacidade de regenerar o tecido pulpar e promover o fechamento do ápice, o que representa um avanço significativo para tratamentos mais biológicos e menos invasivos. Contudo, os autores reconhecem que a técnica ainda demanda maior investigação e aprimoramento antes de ser adotada amplamente na prática clínica.

Caetano *et al.* (2023) corroboram esse posicionamento, enfatizando que a revascularização pode ser uma opção eficaz, especialmente em casos selecionados, mas que a apicificação com hidróxido de cálcio ou MTA continua sendo a abordagem mais consolidada para garantir o sucesso endodôntico em dentes com rizogênese incompleta.

Portanto, a apicificação é um procedimento tradicional que utiliza pastas à base de hidróxido de cálcio ou agregados de trióxido mineral (MTA) para a formação de barreiras apicais em dentes imaturos com necrose pulpar, esse método pode aumentar o risco de fraturas radiculares devido à finura das paredes radiculares e à relação desfavorável entre raiz e coroa. Além disso, o uso prolongado do hidróxido de cálcio pode comprometer a resistência da dentina, facilitando a ocorrência de fraturas radiculares (Marqueset *et al.*, 2019), e não contribui significativamente para a continuidade do desenvolvimento radicular (Lima *et al.*, 2021).

4.3 Revascularização pulpar

Os fundamentos biológicos da revascularização pulpar remontam aos estudos conduzidos por Per-Ingvar Nygaard-Østby na década de 1960, nos quais foi demonstrada a possibilidade de formação de tecido conjuntivo no interior do canal radicular após a indução deliberada de sangramento além da região apical. Embora esses estudos não configurassem ainda a abordagem regenerativa contemporânea, estabeleceram a base biológica para a utilização do coágulo sanguíneo como matriz natural intracanal (Nygaard-Østby, 1961; Murray *et al.*, 2007).

A técnica foi posteriormente reformulada e sistematizada no contexto da endodontia regenerativa moderna, especialmente a partir do relato clínico publicado por Ilan Banchs e Martin Trope em 2004, que evidenciou a continuidade do

desenvolvimento radicular em dente permanente imaturo com necrose pulpar tratado por meio da indução de sangramento intracanal. Desde então, o protocolo foi progressivamente aprimorado e incorporado às diretrizes clínicas contemporâneas da American Association of Endodontists (Banchs; Trope, 2004; Hargreaves; Diogenes; Teixeira, 2013; AAE; 2021).

Para a compreensão do processo de regeneração pulpar, inicialmente é imprescindível entender que este consiste na desinfecção dos sistemas de canais radiculares, seguida pela indução de sangramento na região periapical (Pimentel; Barros; Pacheco, 2017). Diferentemente do tratamento endodôntico convencional, a terapia regenerativa não realiza o desbridamento mecânico, a fim de evitar o enfraquecimento das paredes dentinárias e preservar as células-tronco apicais. Dessa forma, a desinfecção é realizada por meio de agentes químicos, tais como irrigantes e medicamentos intracanaís (Martin *et al.*, 2014).

Posteriormente, a estimulação do sangramento objetiva o preenchimento do canal com coágulo sanguíneo, no qual células indiferenciadas oriundas da papila apical, em associação com fatores de crescimento, promovem a formação de novo tecido vascularizado no interior dos canais radiculares. Em seguida, procede-se ao selamento da porção cervical do dente utilizando MTA e materiais restauradores específicos, visando à proteção contra possíveis recontaminações (Albuquerque, 2012).

Observa-se, nesse contexto, que a limpeza e o preparo dos canais radiculares visam proporcionar um ambiente adequado e amplamente desinfetado, favorecendo o desenvolvimento dos fatores de crescimento presentes na matriz celular. Estes, por sua vez, são capazes de induzir a formação de um tecido com irrigação e vascularização adequadas, por meio da liberação de mediadores pelas plaquetas e pela dentina (Alcalde *et al.*, 2014).

Diante da viabilidade dos tratamentos regenerativos e da preservação da vitalidade pulpar por meio da estimulação das células-tronco e dos fatores de crescimento, têm sido adotados protocolos distintos de revascularização pulpar, utilizando materiais inovadores que contribuem positivamente para o êxito clínico do procedimento (Albuquerque, 2012).

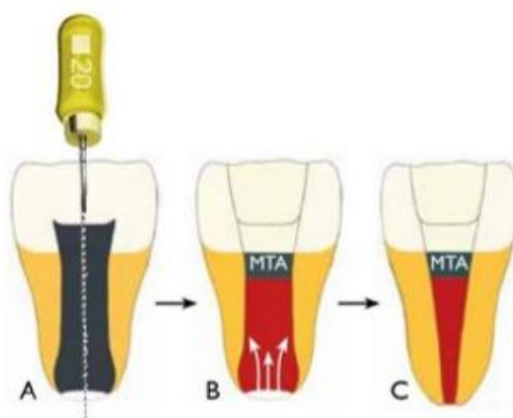
Existem dois métodos convencionais para a revascularização pulpar (Figura 1):

- 1) Uso da pasta antibiótica tripla;

2) Uso de hidróxido de cálcio para a desinfecção da polpa necrosada.

Ambas as abordagens são realizadas em duas fases, sendo que a segunda etapa ocorre aproximadamente duas a três semanas após a primeira, desde que o dente esteja livre de sintomas e haja uma diminuição visível da lesão apical (Namour;Theys, 2014).

Figura 1 – Esquema representativo da técnica de revascularização.



A: dente imaturo com polpa necrótica; B: indução de hemorragia no canal desinfetado e selamento com MTA; C: representação de sucesso clínico com maturação da raiz e regeneração do tecido pulpar.

Fonte: Hargreaves e Berman (2016).

4.3.1 Soluções irrigadoras para desinfecção da revascularização

Durante o tratamento endodôntico regenerativo, também conhecido como revascularização pulpar, a desinfecção adequada do sistema de canais radiculares é uma etapa essencial para o sucesso clínico. No entanto, ao contrário dos procedimentos endodônticos convencionais, onde o foco principal é a completa eliminação da microbiota, na revascularização é necessário equilibrar a ação antimicrobiana com a preservação dos tecidos remanescentes e das células-tronco da papila apical (Murrayet *al.*, 2007).

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é a solução irrigadora mais comumente empregada devido à sua excelente ação antimicrobiana e capacidade de dissolver tecido orgânico (Drewset *al.*, 2023). No entanto, em procedimentos regenerativos, recomenda-se o uso de NaOCl em concentrações reduzidas (1,5% ou menos), a fim de minimizar sua citotoxicidade e preservar as células-tronco presentes nos tecidos periapicais (Martin *et al.*, 2014).

Além da escolha da concentração adequada, é fundamental considerar os cuidados técnicos durante a irrigação, especialmente em dentes com rizogênese incompleta, que apresentam ápice aberto e paredes dentinárias delgadas. Nesses casos, há risco aumentado de extrusão do hipoclorito de sódio para os tecidos periapicais, podendo ocasionar dor intensa, necrose tecidual e complicações inflamatórias. Dessa forma, recomenda-se que a agulha de irrigação seja posicionada entre 2 a 3 mm aquém do comprimento real do canal, evitando sua aproximação excessiva da região apical. O uso de agulhas com saída lateral também é indicado, pois promove maior segurança ao direcionar o fluxo irrigante lateralmente, reduzindo a pressão apical e o risco de extravasamento (Mitchell; Baumgartner; Sedgley, 2011; Coutinho; Coutinho, 2025).

O EDTA (ácido etilenodiaminotetraacético) a 17% é frequentemente utilizado após o NaOCl para remover a *smearlayer* e expor os túbulos dentinários. Além disso, o EDTA promove a liberação de fatores de crescimento da matriz dentinária, como o TGF- β (*transforming growth factor beta*), que podem estimular a proliferação e diferenciação celular, favorecendo a regeneração dos tecidos pulpaes (Bartold *et al.*, 2011).

Outras soluções irrigadoras, como a clorexidina a 2%, também têm sido utilizadas como alternativa ou complemento ao NaOCl devido à sua atividade antimicrobiana de amplo espectro e efeito residual. No entanto, sua incapacidade de dissolver tecido orgânico e sua possível interferência na liberação de fatores de crescimento tornam seu uso limitado em contextos regenerativos (Bahadoret *et al.*, 2012).

Portanto, a seleção adequada das soluções irrigadoras e a padronização de protocolos de irrigação são fatores determinantes para o êxito dos tratamentos de revascularização, promovendo um ambiente limpo, porém biologicamente favorável à regeneração tecidual.

4.3.2 Medicação intracanal para desinfecção

A medicação intracanal é um componente essencial nos procedimentos de revascularização pulpar, tendo como principal objetivo a redução da carga microbiana no sistema de canais radiculares, especialmente em dentes com polpa necrótica e ápice imaturo. Diferentemente da terapia endodôntica convencional, na

qual a modelagem do canal é realizada com instrumentos mecânicos, a revascularização busca preservar o máximo de estrutura dentinária e viabilizar um ambiente biocompatível para o ingresso de células-tronco e a neoformação tecidual (Torabinejad; Faras, 2012).

Entre as medicações mais utilizadas está a pasta antibiótica tripla (*Triple Antibiotic Paste* – TAP), composta por ciprofloxacina, metronidazol e minociclina. Esta combinação foi proposta inicialmente por Hoshino *et al.* (1996), visando abranger um amplo espectro de microrganismos anaeróbios e facultativos. A TAP tem se mostrado eficaz na eliminação da infecção intracanal, especialmente em casos de necrose pulpar associada a lesões periapicais (Banchs; Trope, 2004).

Entretanto, estudos posteriores apontaram que a minociclina pode causar descoloração dentária, além de apresentar potencial citotóxico para as células-tronco do ápice (Yadav *et al.*, 2015). Como alternativa, a substituição da minociclina por outros antibióticos, como a amoxicilina ou a cefaclor, tem sido investigada, com resultados promissores quanto à eficácia antimicrobiana e à redução de efeitos adversos (Rupareet *et al.*, 2012).

A escolha da medicação intracanal nos procedimentos de revascularização pulpar representa um dos principais fatores que influenciam o sucesso clínico, não apenas pela sua ação antimicrobiana, mas também pela capacidade de preservar a viabilidade celular e minimizar efeitos colaterais, como o escurecimento da coroa dentária. Estudos indicam que o efeito antimicrobiano da pasta antibiótica tripla (TAP) pode ocorrer nas primeiras 48 horas, mas o escurecimento causado pela minociclina presente em sua composição pode começar em apenas 24 horas, sendo este um problema estético relevante (Gomes *et al.*, 2023). Com isso, propõem-se alternativas como a substituição da minociclina por outras substâncias ou o uso de pastas modificadas com nanopartículas, como quitosana, que mantêm ação antibacteriana eficaz com menor risco de alteração da cor (Hashemet *et al.*, 2025). Além disso, o uso de adesivos na câmara pulpar pode reduzir, mas não eliminar completamente, o escurecimento (Gomes *et al.*, 2023). Outra preocupação recorrente diz respeito ao risco de resistência bacteriana associado ao uso tópico de antibióticos sem indicação sistêmica, o que reforça a importância de protocolos bem definidos (Mahmud *et al.*, 2024).

Outra medicação intracanal comumente utilizada na revascularização é o hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2). Essa substância possui propriedades antimicrobianas,

atua na neutralização de endotoxinas e promove a liberação de fatores de crescimento pela dentina, o que favorece o processo de regeneração (MacCaferri *et al.*, 2024). Além disso, o hidróxido de cálcio apresenta menor toxicidade às células-tronco, sendo considerado uma opção mais biocompatível em relação à TAP (Kawashima, 2012).

Por tanto, o hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) tem se mostrado uma alternativa viável, com taxas de sucesso comparáveis às da TAP, especialmente no que se refere à resolução de lesão apical e ao aumento da espessura da parede radicular, sem provocar escurecimento (Silva *et al.*, 2025). Embora sua ação antimicrobiana possa ser reduzida em ambientes com resíduos inflamatórios, sua biocompatibilidade e menor citotoxicidade frente às células-tronco da papila apical o tornam uma escolha segura em muitos casos (Jameel; Iftikhar; Dwivedi, 2022).

4.3.3 Regeneração pulpar

A regeneração pulpar é definida como o processo biológico pelo qual as estruturas da polpa dentária – incluindo vasos sanguíneos, nervos e células – são restauradas ou substituídas por meio de mecanismos de reparo natural ou intervenção terapêutica (AAE, 2016).

Diferente do tratamento endodôntico convencional, que busca desinfetar e selar o canal radicular, a terapia regenerativa visa promover a neoformação de tecido pulpar funcional, permitindo o desenvolvimento radicular contínuo.

Três componentes são fundamentais para a regeneração tecidual, segundo Langer e Vacanti (1993):

- Células-tronco (principalmente as células-tronco da papila apical – SCAP);
- Matriz de suporte ou *scaffold*, como coágulo sanguíneo ou biomateriais;
- Fatores de crescimento, como o TGF- β , VEGF e FGF.

Esses elementos criam um microambiente propício à diferenciação celular e à formação de novo tecido pulpar (Huanget *al.*, 2009).

Segundo a AAE (2021), o protocolo clínico para regeneração pulpar inclui:

1. Desinfecção química mínima com irrigação (ex: NaOCl a 1,5%) e uso opcional de antibióticos intracanaís (ex: pasta triantibiótica);
2. Indução de sangramento para formação de coágulo, que atua como *scaffold* biológico;

3. Selamento com MTA ou biocerâmicos e restauração hermética.

O objetivo é estimular a migração de células-tronco da papila apical para o canal e promover a regeneração do tecido.

É importante evitar anestésicos com vasoconstritores para garantir um sangramento adequado, pois o coágulo sanguíneo, que se forma em cerca de 15 minutos, funciona como uma matriz que direciona as células necessárias para a regeneração, além de promover a formação de tecido duro que reforça as paredes da dentina. Normalmente, um coágulo sanguíneo estável se estabelece em aproximadamente 15 minutos (Murray *et al.*, 2007).

4.3.3.1 Indução do coágulo sanguíneo

A indução do coágulo sanguíneo constitui uma das etapas centrais da revascularização pulpar, pois é responsável pela formação de uma matriz de suporte celular intracanal capaz de sustentar a migração celular, a angiogênese e a neoformação tecidual. A técnica é baseada na indução intencional de sangramento a partir da região periapical, permitindo que o canal radicular seja preenchido por um coágulo rico em células-tronco e fatores de crescimento, fundamentais para o processo regenerativo (Murray *et al.*, 2007).

Para que o sangramento seja efetivo, recomenda-se que, na sessão destinada à indução do coágulo, a anestesia local seja realizada sem vasoconstritor, uma vez que agentes vasoconstritores podem reduzir o fluxo sanguíneo periapical e comprometer a formação adequada do coágulo intracanal. A utilização de anestésicos como a mepivacaína a 3% sem vasoconstritor favorece o influxo sanguíneo e a migração de células-tronco da papila apical para o interior do canal radicular, elemento essencial para o sucesso da regeneração (American Association of Endodontists, 2021; Hargreaves; Diogenes; Teiexeira, 2013).

Após a desinfecção do sistema de canais radiculares, o sangramento é induzido por meio da instrumentação além da região apical com uma lima endodôntica estéril, promovendo a entrada de sangue até aproximadamente a junção cimento-esmalte (JCE). O coágulo formado atua como uma matriz tridimensional natural, rica em fatores de crescimento, como o fator de crescimento básico de fibroblastos (bFGF), além de outras citocinas e proteínas bioativas que estimulam a proliferação e diferenciação celular (Lee, 2015).

Embora a formação do coágulo sanguíneo convencional seja amplamente utilizada, alternativas biológicas como o plasma rico em plaquetas (PRP) e a fibrina rica em plaquetas (PRF) vêm sendo empregadas com resultados comparáveis ou, em alguns casos, superiores (Torabinejad *et al.*, 2017). O PRP é um concentrado líquido de plaquetas que, quando aplicado no canal radicular, libera fatores de crescimento que estimulam a proliferação celular, angiogênese e a formação de tecido mineralizado. Já o PRF é uma matriz fibrilar sólida que fornece um suporte estrutural para as células-tronco e atua como reservatório gradual desses fatores bioativos, promovendo um ambiente favorável à regeneração (Martins; Dantas, 2022; Guerreiro *et al.*, 2025).

Estudos indicam que tanto o PRP quanto o PRF são eficazes para induzir a revascularização em dentes com necrose pulpar e ápices abertos, apresentando resultados similares ou superiores à indução do coágulo sanguíneo convencional, com vantagens como maior controle do ambiente e liberação sustentada de fatores de crescimento (Torabinejad *et al.*, 2017; Murray *et al.*, 2007).

O plasma rico em fibrina (PRF) apresenta um elevado potencial para a revascularização pulpar, devido à sua alta concentração de fatores de crescimento, que promovem a proliferação e a morfodiferenciação celular. Além disso, o PRF estimula a angiogênese, funciona como uma matriz de suporte para as células em desenvolvimento e atua como intermediário nas respostas inflamatórias, facilitando a fixação do MTA na região tratada (Pinto *et al.*, 2017).

O sangue coletado é submetido à centrifugação para obtenção do plasma, que é então inserido no interior do sistema de canais radiculares até a junção amelocementária. Essa membrana de fibrina forma uma matriz tridimensional com propriedades regenerativas significativas (Martins *et al.*, 2025).

Nesse cenário, a formação do coágulo sanguíneo, associada ao plasma rico em plaquetas ou aos fatores de crescimento, atua como um arcabouço que direciona as células indiferenciadas à morfodiferenciação celular (Albuquerque, 2012). As células mesenquimais indiferenciadas presentes no tecido invaginado secretam um tecido do tipo cementoide, que promove o fechamento do espaço aberto e fortalece a estrutura do sistema de canais radiculares (Brait, 2024).

4.3.3.2 Uso de MTA ou biocerâmicos

O material utilizado para o selamento coronário exerce papel decisivo no sucesso do procedimento, uma vez que deve preservar a estabilidade do coágulo sanguíneo, promover um ambiente biologicamente favorável e impedir a infiltração bacteriana. Entre os materiais mais empregados destacam-se o agregado de trióxido mineral (MTA) e os cimentos biocerâmicos à base de silicato de cálcio (Rodrigues; Paiva, 2019).

O MTA é considerado o material de referência (*“gold standard”*) nos procedimentos de revascularização pulpar, principalmente devido à sua elevada biocompatibilidade, capacidade de selamento e propriedades bioativas. Quando aplicado diretamente sobre o coágulo sanguíneo, o MTA apresenta interação favorável com os tecidos periapicais, estimulando a liberação de íons cálcio e a formação de hidroxiapatita na interface material-dentina. Esse processo favorece a adesão celular e a deposição de tecido mineralizado, contribuindo para o espessamento das paredes dentinárias e o fechamento apical (Lin; Kahler, 2017; Parirokh; Torabinejad, 2010).

Os biocerâmicos compartilham propriedades semelhantes às do MTA, incluindo biocompatibilidade, alcalinidade elevada, liberação de íons cálcio e capacidade de indução mineral, porém com vantagens adicionais. Esses materiais apresentam melhor manuseio, menor tempo de presa e menor risco de descoloração, tornando-se alternativas promissoras para o selamento sobre o coágulo sanguíneo em procedimentos regenerativos (Zhang; Peng, 2010; Dawood *et al.*, 2017).

Quando aplicados sobre o coágulo, os biocerâmicos mantêm a estabilidade da matriz sanguínea e não interferem negativamente na migração celular ou na angiogênese. Pelo contrário, estudos *in vitro* e *in vivo* indicam que esses materiais favorecem a adesão, proliferação e diferenciação de células-tronco mesenquimais, além de estimular a formação de tecido mineralizado semelhante à dentina ou cimento (Ruparel *et al.*, 2012).

Dessa forma, tanto o MTA quanto os materiais biocerâmicos desempenham papel fundamental na regeneração pulpar ao serem aplicados sobre o coágulo sanguíneo. Enquanto o MTA permanece amplamente respaldado pela literatura, os biocerâmicos emergem como alternativas clinicamente vantajosas, mantendo os princípios biológicos da terapia regenerativa e ampliando a previsibilidade dos resultados clínicos.

4.3.4 Limitações

Apesar dos avanços observados na endodontia regenerativa, ainda existem limitações e lacunas na literatura. Uma revisão recente apontou que, embora existam múltiplas revisões sistemáticas comparando a revascularização com a apicificação (seja com hidróxido de cálcio ou com MTA), a qualidade metodológica dos estudos é variável, o que dificulta uma conclusão definitiva sobre a superioridade entre as técnicas (Silva *et al.*, 2024). Ainda assim, os resultados clínicos da revascularização têm sido amplamente positivos, com taxas de sobrevivência dos dentes tratados variando entre 94% e 100%, além de evidências de aumento radicular, espessamento dentinário e, em alguns casos, retorno de sensibilidade pulpar (Martins *et al.*, 2023).

Ainda, alguns procedimentos de revascularização pulpar podem apresentar complicações, tais como a possível obstrução do canal radicular, alterações na coloração da coroa dentária e dificuldades na cimentação e na indução do coágulo sanguíneo. A obstrução do canal pode dificultar intervenções endodônticas futuras, caso a revascularização não obtenha sucesso a longo prazo. As principais causas de insucesso da revascularização pulpar estão relacionadas à reinfecção ou à persistência da infecção (Santos-Júnior *et al.*, 2019). Estudos recentes indicam que a taxa de falha clínica da técnica em incisivos imaturos é de aproximadamente 25% (Pereira *et al.*, 2021).

No artigo de Chai *et al.* (2023), é apresentado um relato de caso que descreve a falha da revascularização pulpar em um segundo pré-molar inferior direito, evidenciada pela presença de radiolucência apical. Diante dessa situação, foi realizada a técnica de barreira apical, e após seis meses, a área hipodensa próxima ao ápice apresentou cicatrização completa, demonstrando a eficácia do procedimento no controle da infecção do canal e na regeneração do tecido periapical. Após doze meses, foi observado o fechamento total do ápice, acompanhado pela formação de uma camada clara de calcificação ao redor dos materiais utilizados na barreira apical.

Radiograficamente é possível analisar o desenvolvimento radicular a partir de 6 meses, mas é necessário uma preservação entre um período de até 15 meses a 2 anos, podendo realizar os testes de vitalidade pulpar. Caso não haja uma mudança

significativa de desenvolvimento do elemento a partir dos 6 meses, presença de dor e fístula, é indicado a realização de apicificação (Santos, 2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revascularização pulpar se mostrou uma alternativa terapêutica relevante no tratamento de dentes permanentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar, por possibilitar a continuidade do desenvolvimento radicular, o espessamento das paredes dentinárias e o fechamento apical. Os protocolos clínicos descritos destacam a importância da desinfecção química adequada do sistema de canais radiculares, da escolha criteriosa das soluções irrigadoras e medicações intracanaís, bem como do correto selamento coronário. Nesse contexto, tanto a pasta antibiótica tripla quanto o hidróxido de cálcio demonstraram eficácia, sendo este último uma alternativa com menor risco de efeitos adversos, como a descoloração dentária.

Entretanto, apesar de suas vantagens, a revascularização pulpar ainda apresenta limitações, como a ausência de padronização dos protocolos, o risco de descoloração coronária, a obliteração do canal radicular e a possibilidade de falhas relacionadas à persistência da infecção. Assim, embora se mostre uma opção viável e preferencial em dentes imaturos com necrose pulpar, sua aplicação clínica deve ser criteriosa e individualizada, baseada em evidências científicas atualizadas e no julgamento profissional, reforçando a necessidade de estudos clínicos de longo prazo para ampliar a previsibilidade e a padronização da técnica. A decisão clínica deve ser sempre individualizada, baseada em evidências atualizadas e no julgamento do profissional.

6 ORÇAMENTO

Os custos do projeto foram financiados pelo autor do trabalho.

REFERÊNCIAS

- AAE - American Association of Endodontists. *Clinical Considerations for a Regenerative Procedure* – Revised May 18, 2021. Chicago, IL: American Association of Endodontists; 2021.
- AAE - American Association of Endodontists. *Regenerative Endodontics: A new era in clinical endodontics*. Chicago: AAE, 2016.
- ALBUQUERQUE, M. T. P.; NAGATA, J. Y.; SOARES, A. de J.; ZAIA, A. A. Revascularização pulpar: tratamento alternativo à apicificação de dentes jovens com rizogênese incompleta. *Revista Gaúcha de Odontologia*, v. 62, n. 4, p. 20–25, Oct./Dec. 2014.
- ALCALDE, M. P.; GUIMARÃES, B. M.; FERNANDES, S. L.; AMOROSO-SILVA, P. A.; BRAMANTE, C. M.; VIVAN, R. R.; DUARTE, M. A. H. Revascularização pulpar: princípios biológicos e clínicos. *SALUSVITA*, v. 33, n. 3, p. 415-432, 2014.
- BAHADOR, A. *et al.* Antibacterial activity of various endodontic irrigants on *Enterococcus faecalis* biofilms. *Iranian Endodontic Journal*, v. 7, n. 4, p. 196–200, 2012.
- BANCHS, F.; TROPE, M. Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: new treatment protocol? *Journal of Endodontics*, v. 30, n. 4, p. 196–200, Apr. 2004.
- BARTOLD, P. M.; CLAYDEN, A. M.; GAO, J.; HAASE, H.; LI, H. STEVENS, M.; SYMONS, A. L.; YOUNG, W. G.; ZHANG, C. Z. The role of growth factors in dental pulp regeneration. *Advances in Dental Research*, v. 23, n. 3, p. 311–319, 2011.
- BRAITT, A. H. Células tronco e endodontia regenerativa. *Revista Odontológica de Araçatuba*, v. 45, n. 1, p. 27-32, 2024.
- CAETANO, J. de J.; FREITAS, C. L. G.; OLIVEIRA, K. da S.; GALOZA, M. O. G.; GALVÃO, W. F.; HELMER, M. P.; JESUS, B. da S. de.; PEREIRA, H. A. A revascularização pulpar como alternativa à técnica de apicificação: uma revisão da literatura. *Revista Delos*, v. 18, n. 74, p. 01-23, 2025.
- CHAI, R.; YANG, X.; ZHANG, A.-S. Different endodontic treatments induced root development of two nonvital immature teeth in the same patient: A case report. *World Journal of Clinical Cases*, v. 11, n. 11, p. 2567-2575, 2023.
- COUTINHO, J. C.; COUTINHO, G. C. Management of Sodium Hypochlorite Extravasation to the Maxillary Sinus: Bridging Dentistry and Medicine. *The European Journal of Stomatology, Oral and Facial Surgery*, v. 02, n. 1, 2025.
- DAWOOD, A. E.; PARASHOS, P.; WONG, R. H. K.; REYNOLDS, E. C.; MANTON, D. J. Calcium silicate-based cements: composition, properties, and clinical applications. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, v. 8, n. 2, e12205, 2017.

DE LIMA, F. L. C.; CAPITANIO, M.; PAVAN, N. N. O.; ENDO, M. S. Protocolos de revascularização pulpar em dentes permanentes com necrose pulpar e rizogênese incompleta: uma revisão de literatura. *Revista Uningá*, v. 56, n. 4, p. 132–144, 2019.

DREWS, D.-J.; NGUYEN, A. D.; DIEDERICH, A.; GERNHARDT, C. R. The Interaction of Two Widely Used Endodontic Irrigants, Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite, and Its Impact on the Disinfection Protocol during Root Canal Treatment. *Antibiotics*, v. 12, n. 3, p. 589, 2023.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOMES, B. P. F. A.; AVEIRO, E.; KISHEN, A. Irrigants and irrigation activation systems in Endodontics. *Brazilian Dental Journal*, v. 34, n. 4, p. 1-33, Oct. 2023.

GUERREIRO, S. R.; MARTO, C. M.; PAULA, A.; PEREIRA, J. R. d. A.; CARRILHO, E.; MARQUES-FERREIRA, M.; VICENTE PAULO, S. Platelet-rich plasma and platelet-rich fibrin in endodontics: a scoping review. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 26, n. 12, p. 5479, 2025.

HARGREAVES, K.; DIOGENES, A.; TEIXEIRA, F. B. Treatment Options: Biological Basis of Regenerative Endodontic Procedures. *Journal of Endodontics*, v. 39, n. 3, p. s30-s43, 2013.

HASHEM, S. S.; KHALEFA, M. M.; MOHAMED, M. H.; ELSHEIKH, H. M.; TAHER, F. A. E. Effect of Chitosan and bioactive glass nanomaterials as intracanal medicaments on TGF- β 1 release from intraradicular dentin. *BMC Oral Health*, v. 25, n. 1, p. 1628, 2025.

HOSHINO, E.; KURIHARA-ANDO, N.; UEMATSU, H.; SATO, M.; KOTA, K.; IWAKU, M. In-vitro antibacterial susceptibility of bacteria taken from infected root dentine to a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline. *International Endodontic Journal*, v. 29, n. 2, p. 125–130, Mar. 1996.

HUANG, G. T.-J. A paradigm shift in endodontic management of immature teeth: conservation of stem cells for regeneration. *Journal of Dentistry*, v. 36, n. 6, p. 379-386, June 2008.

JAMEEL, S.; IFTEKHAR, H.; DWIVEDI, S. The effectiveness of calcium hydroxide intracanal medicament in regenerative endodontic procedures: an in-depth analysis. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, v. 13, n. 10, p. 47-49, Oct. 2024.

KAWASHIMA, N. Characterisation of dental pulp stem cells: A new horizon for regenerative endodontics. *International Endodontic Journal*, v. 57, n. 11, p. 1439-1458, Nov. 2012.

KIM, S. G. *et al.* Tooth discoloration of immature permanent incisor associated with triple antibiotic therapy: a case report. *Journal of Endodontics*, v. 36, n. 6, p. 1086–1091, June 2010.

LANGER, R.; VACANTI, J. P. Tissue engineering. *Science*, v. 260, n. 5110, p. 920–926, May 1993.

LEE, B. N. A review of the regenerative endodontic treatment procedure. *RestorativeDentistry&Endodontics*, v.40, n.3, p.179–185, 2015.

LIMA, S L.; SILVA, S. K. C.; FALCÃO, D. A. C.; CARVALHO, E. L.; BARRETO, J. A. R.; BARRETO, L. O B. Apicificação com MTA em dentes com rizogênese incompleta: Revisão de literatura. *Facere Scientia*, v. 01, n. 2, p. 241, 2021.

LIN, L. M.; KAHLER, B. A review of regenerative endodontics: current protocols and future directions. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, v. 51, n. 3 Suppl 1, p. S41–S51, 2017.

LOURENÇO, L. V. M.; SILVA, A. H. de.; PAGLIOSA, A. Endodontia regenerativa em dentes permanentes com rizogênese incompleta e presença de necrose pulpar. *Journal of Multidisciplinary Dentistry*, v. 11, n. 1, p. 181–6, 2023.

MACCAFERRI, M.; PISCIOTTA, A.; CARNEVALE, G.; SALVARANI, C.; PIGNATTI, E. Human dental pulp stem cells modulate pro-inflammatory macrophages both through cell-to-cell contact and paracrine signaling. *Frontiers in Immunology*, v. 15, 2024.

MAHMUD, Z.; MANIK, M. R. K.; RAHMAN, A.; KARIM, M. M.; ISLAM, L. N. Impact of untreated tannery wastewater in the evolution of multidrug-resistant bacteria in Bangladesh. *Scientific Reports*, v.14, 20379, 2024.

MARQUES, I. V.; SANATA, R. G.; MORAIS, C. A. H.; QUEIROZ, A. F.; PAVAN, N. N. O.; NUNES, M. C. P.; ENDO, M. S. Estudo retrospectivo dos procedimentos clínicos e radiográficos em dentes traumatizados submetidos à apicificação. *Dental Press Endodontics*, v. 9, n. 2, p. 29-35, 2019.

MARTIN, D. E.; DE ALMEIDA, J. F.; HENRY, M. A.; KHAING, Z. Z.; SCHMIDT, C. E.; TEIXEIRA, F. B.; DIOGENES, A. Concentration-dependent effect of sodium hypochlorite on stem cells of apical papilla survival and differentiation. *JournalofEndodontics*, v. 40, n. 1, p. 51–55, 2014.

MARTINS JÚNIOR, A. E.; TOUBES, K. S.; JMOREIRA JUNIOR, G.; CAMPOS, G. P. de F.; MAIA, L. M. Protocolos de revascularização pulpar: revisão de literatura. *Revista do CROMG*, v. 21, n. 1, p. 14–21, 2022.

MARTINS, F. D. das N.; DANTAS, T. C. F. B. O uso da fibrina rica em plaquetas no tratamento regenerativo de polpasnecrosadas em dentes com rizogênese incompleta: uma revisão sistemática. *Revista da Faculdade Paulo Picanço*, v. 2, n. 4, 2022.

MARTINS, J. C. *et al.* Long-term outcomes of regenerative endodontic procedures in immature teeth: A retrospective clinical study. *JournalofEndodontics*, v. 49, n. 3, p. 356–362, 2023.

MARTINS, K. N. L.; GADELHA, C. de A. A.; BRAITT, A. H. Revascularização pulpar com uso de prf e selamento cervical com cimento biocerâmico em dente com rizogênese incompleta e polpa em processo de necrose. *Revista Aracê*, v.7, n. 4, p. 17418-17433, 2025.

MENEZES, t. do N.; RIBEIRO, C.; BARVOSA, I. Métodos para realizar apicificação em dentes permanentes imaturos. *Journal of Multidisciplinary Denistry*, v. 12, n. 1, 2022.

MITCHELL, R. P.; BAUMGARTNER, J. C.; SEDGLEY, C. M. Apical Extrusion of Sodium Hypochlorite Using Different Root Canal Irrigation Systems. *Journal of Endodontics*, v. 37, n. 12, p. 1677-1681, 2011.

MURRAY, P. E.; GARCIA-GODOY, F.; HARGREAVES, K. M. Regenerative endodontics: a review of current status and a call for action. *Journal of Endodontics*, v. 33, n. 4, p. 377–390, 2007.

NAIR, P. N. R.; PAJAROLA, G.; SCHROEDER, H. E. Types and incidence of human periapical lesions obtained with extracted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, v. 81, n. 1, p. 93-102, Jan. 1993.

NAMOUR, M.; THEYS, S. Pulp revascularization of immature permanent teeth: a review of the literature and a proposal of a new clinical protocol. *Scientific World Journal*, v. 2014, p. 737503, 2014.

NYGAARD-ØSTBY, B. The role of the blood clot in endodontic therapy. *Acta Odontologica Scandinavica*, v. 19, p. 324-353, 1961.

PARIROKH, M.; TORABINEJAD, M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review — Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *Journal of Endodontics*, v.36, n.3, p.400–413, 2010.

PEREIRA, A. C.; OLIVEIRA, M. L. de; CERQUEIRA-NETO, A. C. C. L.; GOMES, B. P. F. A.; FERRAZ, C. C. R.; ALMEIDA, J. F. A. de; MARCIANO, M. A.; DE-JESUS-SOARES, A. Treatment outcomes of pulp revascularization in traumatized immature teeth using calcium hydroxide and 2% chlorhexidine gel as intracanal medication. *Journal of Applied Oral Science*, v.28, e20200217, 2021.

PIMENTEL, L.; BARROS, K.; PACHÊCO, A. Revascularização pulpar. *RevACBO – Revista da Associação Brasileira de Cirurgiões-Dentistas – Seção Endodontia*, v. 26, n. 2, p. 83-91, 2017.

PINTO, N.; HARNISH, A.; CABRERA, C.; ANDRADE, C.; DRUTTMAN, T.; BRIZUELA, C. An innovative regenerative endodontic procedure using leukocyte and platelet-rich fibrin associated with apical surgery: a case report. *Journal of Endodontics*, v. 43, n. 11, p. 1828–1834, 2017.

PORTELA, A. L. G.; SALES, I.; C. de O.; CRUZ, M. R. S.; NEVES, T. M. A.; REGO, I. C. Q.; ARAUJO, T. de C. B.; MONTE, T. L. Uso do MTA no tratamento de apicificação. *Studies in Health Sciences*, v. 5, n. 4, p. 01-13, 2024.

RODRIGUES, K. D.; PAIVA, S. S. M. A influência do selamento coronário no suceso do tratamento endodôntico. *Revista da JOPIC*, v. 2, n. 4, p. 15-27, 2019.

ROTHER, E. T. Systematic literature review X narrative review. *Acta Paulista de Enfermagem*, v. 20, n. 2, p. v-vi, Feb. 2007.

RUPAREL, N. B.; TEIXEIRA, F. B.; FERRAZ, C. C. R.; DIOGENES, A. Direct effect of intracanal medicaments on survival of stem cells of the apical papilla. *Journal of Endodontics*, v. 38, n. 10, p. 1372–1375, 2012.

SANTOS, L. B. dos. Revascularização pulpar de dentes permanentes necróticos imaturos: uma revisão integrativa. *Research, Society and Development*, v.13, n.12, e165131247860, 2024.

SANTOS-JUNIOR, A. O.; *et al.* Success or failure of endodontic treatments. *Journal of Conservative Dentistry*, v.22, n.2, p.129-132, 2019.

SILVA, H. M. de S.; ALVES, A. L. L.; MELO, M. O.; FRANÇA, C. C. S.; SOUZA, A. C. S. M. de.; LOPES, M. A. B. S. Revascularização pulpar em dentes permanentes imaturos necrosados: revisão de literatura. *Revista FT*, v. 29, 2025.

TORABINEJAD, M.; FARAS, H. A clinical and histological report of a tooth with an open apex treated with regenerative endodontics using platelet-rich plasma. *Journal of Endodontics*, v. 38, n. 6, p. 864–868, 2012

TORABINEJAD, M.; NOSRAT, A.; VERMA, P.; UDOCHUKWU, O. Regenerative endodontic treatment or mineral trioxide aggregate apical plug in teeth with necrotic pulps and open apices: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics*, v. 43, n. 11, p. 1806-1820, 2017.

TORABINEJAD, M.; TURMAN, M. Revascularization of tooth with necrotic pulp and open apex: a case report. *Journal of Endodontics*, v. 37, n. 3, p. 265–268, 2011.

VERAS, P. M. O.; OLIVEIRA, D. C.; RODRIGUES, J. da S.; PAIVA, L. M.; COSTA, M. B. M.; CUNHA, C. F. E. da.; VIVACQUA, F. D. Conservative treatment of the pulp in vital permanent teeth with incomplete rhizogenesis – a literature review. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 3, p. e11212340519, 2023.

VERÇOSA, T. M. A.; ROCHA, R. C. L. W. da.; OLIVEIRA, N. K. A. DE.; LESSA, S. V.; OLIVEIRA, A. P. de. Apicificação em dentes com rizogênese incompleta acometidos por trauma dental: relato de caso. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 6, n. 4, 2023.

WANG, Y.; CHEN, X.; ZHOU, D.; ZHENG, L.; LI, X.; PENG, Y. Appropriate timing of treatment contributes to better root development of impacted anterior teeth in children. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 165, n. 1, p. 18-26, 2024.

YADAV, P.; PRUTHI, P. J.; NAVAL, R. R.; TALWAR, S.; VERMA, M. Novel use of platelet-rich fibrin matrix and mineral trioxide aggregate as an apical barrier in the management of a failed revascularization case. *Dental Traumatology*, v.31, p.328–331, 2015.

YADAV, T.; GARG, S.; GUPTA, A.; JOSHI, S.; TANDON, S.; NISHIMA, N. Comparative evaluation of the clinical and radiographic success of regenerative endodontic procedures in immature versus mature permanent incisors with apical periodontitis: A prospective observational study. *Endodontology*, v. 36, n. 3, p. 227-234, 2024.

ZHANG, W.; LI, Z.; PENG, B. Ex vivo cytotoxicity of a new calcium silicate-based canal filling material. *International Endodontic Journal*, v. 43, n. 9, p. 769–774, set. 2010.