

Revascularização pulpar de dentes permanentes necróticos imaturos: Uma revisão integrativa

Pulp revascularization of immature necrotic permanent teeth: An integrative review

Revascularización pulpar de dientes permanentes necróticos inmaduros: Una revisión integrativa

Recebido: 10/12/2024 | Revisado: 12/12/2024 | Aceitado: 12/12/2024 | Publicado: 15/12/2024

Larissa Barros dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2787-5886>

Centro Universitário Maurício de Nassau, Brasil

E-mail: Larissa-barross01@hotmail.com

Resumo

A revascularização pulpar apresenta vantagens significativas em relação às técnicas tradicionais. Enquanto os métodos convencionais, como a obturação, focam na contenção do problema removendo a polpa e selando o canal, a revascularização busca preservar ao máximo o tecido saudável e estimular a regeneração biológica. Sendo assim, o estudo tem como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre a revascularização pulpar de dentes permanentes necróticos imaturos. Desta forma, restaram 10 artigos para análise desta revisão. A revascularização pulpar de dentes permanentes necróticos imaturos é uma abordagem regenerativa que promove o fechamento apical e a continuação do desenvolvimento radicular, além de restabelecer a funcionalidade da polpa. Sendo assim, pesquisas científicas correlacionam essa técnica com resultados clínicos promissores, destacando suas vantagens sobre métodos tradicionais, como a apexificação, ao proporcionar uma abordagem menos invasiva e biologicamente orientada. Apesar dos avanços significativos, a técnica ainda enfrenta desafios, como a padronização dos protocolos e a redução de efeitos adversos associados ao uso de medicamentos intracanais. Estudos futuros devem explorar abordagens que equilibrem eficácia e segurança, além de investigar o impacto de variáveis individuais, como idade e condição inicial do dente. Dessa forma, a revascularização pode consolidar-se como a principal escolha para dentes com essa condição, contribuindo para melhores prognósticos clínicos e ampliando o arsenal de técnicas regenerativas na endodontia moderna.

Palavras-chave: Revascularização; Dentes necróticos; Dentes permanentes imaturos; Desinfecção de canais radiculares.

Abstract

Pulp revascularization has significant advantages over traditional techniques. While conventional methods, such as obturation, focus on containing the problem by removing the pulp and sealing the canal, revascularization seeks to preserve as much healthy tissue as possible and stimulate biological regeneration. Therefore, the study aims to conduct a literature review on pulp revascularization of immature necrotic permanent teeth. Pulp revascularization of immature necrotic permanent teeth is a regenerative approach that promotes apical closure and continued root development, in addition to restoring pulp functionality. Therefore, scientific research correlates this technique with promising clinical results, highlighting its advantages over traditional methods, such as apexification, by providing a less invasive and biologically oriented approach. Despite significant advances, the technique still faces challenges, such as standardization of protocols and reduction of adverse effects associated with the use of intracanal medications. Future studies should explore approaches that balance efficacy and safety, in addition to investigating the impact of individual variables, such as age and initial condition of the tooth. Thus, revascularization may consolidate itself as the main choice for teeth with this condition, contributing to better clinical prognoses and expanding the arsenal of regenerative techniques in modern endodontics.

Keywords: Revascularization; Necrotic teeth; Immature permanent teeth; Root canal disinfection.

Resumen

La revascularización pulpar tiene importantes ventajas sobre las técnicas tradicionales. Mientras que los métodos convencionales, como el empaste, se centran en contener el problema retirando la pulpa y sellando el conducto, la revascularización busca preservar al máximo el tejido sano y estimular la regeneración biológica. Por lo tanto, quedaron 10 artículos para el análisis en esta revisión. La revascularización pulpar de dientes permanentes necróticos

inmaduros es un enfoque regenerativo que promueve el cierre apical y el desarrollo radicular continuo, además de restablecer la funcionalidad pulpar. Por ello, la investigación científica correlaciona esta técnica con resultados clínicos prometedores, destacando sus ventajas frente a los métodos tradicionales, como la apexificación, al proporcionar un enfoque menos invasivo y de orientación biológica. A pesar de los importantes avances, la técnica aún enfrenta desafíos, como estandarizar protocolos y reducir los efectos adversos asociados con el uso de medicamentos intracanal. Los estudios futuros deberían explorar enfoques que equilibren la eficacia y la seguridad, además de investigar el impacto de variables individuales como la edad y el estado inicial de los dientes. De esta manera, la revascularización puede consolidarse como la principal opción para dientes con esta condición, contribuyendo a mejores pronósticos clínicos y ampliando el arsenal de técnicas regenerativas en la endodoncia moderna.

Palabras clave: Revascularización; Dientes necróticos; Dientes permanentes inmaduros; Desinfección de conductos radiculares.

1. Introdução

Os dentes permanentes que ainda não completaram a formação das raízes são denominados dentes imaturos. Esses dentes possuem características anatômicas e fisiológicas particulares, como câmara pulpar ampliada, canais radiculares largos e paredes dentinárias delgadas e frágeis. Essas especificidades os tornam mais suscetíveis a danos estruturais e a condições patológicas que podem comprometer seu desenvolvimento completo (Flanagan, 2014; Murray, 2023). O estágio de desenvolvimento radicular é um período crítico, pois impacta diretamente a funcionalidade, o alinhamento e a estética do dente na cavidade bucal, sendo essencial para garantir a durabilidade e a saúde dental ao longo da vida do indivíduo. Contudo, situações como cáries extensas ou traumatismos dentários podem interromper a rizogênese, resultando na necrose pulpar. Esse processo patológico interrompe a continuidade do desenvolvimento radicular, deixando o dente com estrutura incompleta, frágeis paredes radiculares e maior suscetibilidade a fraturas ou outros comprometimentos funcionais (Marchetti & Oliveira, 2015; Cabral et al., 2016).

Entre os fatores que podem impedir a maturação completa dos dentes, o traumatismo dentário é um dos mais significativos. Esse tipo de lesão pode ocasionar a ruptura do feixe vâsculo-nervoso, comprometendo o suprimento sanguíneo essencial para o crescimento radicular e para a manutenção da vitalidade da polpa (Limoieiro et al., 2015). O comprometimento do desenvolvimento radicular, além de afetar a funcionalidade, também acarreta consequências estéticas relevantes, principalmente em dentes anteriores, impactando a autoconfiança. Em casos mais graves, o traumatismo pode levar à perda dentária precoce, criando desafios ainda maiores tanto para a saúde bucal quanto para a reabilitação protética futura do paciente (Lam, 2016; Bourguignon et al., 2020).

Diante dessas complicações, a endodontia regenerativa tem se destacado como uma área de inovação, desenvolvendo abordagens modernas e eficaz para o manejo de dentes com rizogênese incompleta. Entre as principais técnicas utilizadas, encontram-se a apicificação, a apicogênese e, especialmente, a revascularização pulpar. Este último método tem se tornado uma opção preferida em muitos casos devido à sua capacidade de realizar a regeneração dos tecidos dentários e de permitir o contínuo desenvolvimento radicular. A revascularização pulpar utiliza abordagens minimamente invasivas, que incluem a desinfecção cuidadosa dos canais radiculares, o uso de medicações intracanaís com propriedades antimicrobianas e a aplicação de estímulos biológicos que favorecem a formação de novo tecido pulpar funcional (Alcalde et al., 2014; Rossi-Fedele; Kahler & Venkateshababu, 2019).

A revascularização pulpar apresenta vantagens significativas em relação às técnicas tradicionais. Enquanto os métodos convencionais, como a obturação, focam na contenção do problema removendo a polpa e selando o canal, a revascularização busca preservar ao máximo o tecido saudável e estimular a regeneração biológica (Pimentel; Barros & Pachêco, 2017). Essa abordagem não apenas promove o fechamento apical e o espessamento das paredes radiculares, mas também contribui para restaurar a vitalidade do dente, oferecendo resultados funcionais e estéticos mais satisfatórios para os

pacientes. Além disso, a técnica pode reduzir o risco de fraturas, aumentando a longevidade dos dentes tratados (Jung et al., 2019).

Desta forma, a relevância desta pesquisa teve o intuito de aprofundar o conhecimento sobre métodos biológicos e inovadores no tratamento endodôntico. A revascularização pulpar se apresenta como uma alternativa promissora para lidar com as limitações das técnicas tradicionais, oferecendo uma abordagem mais conservadora e eficaz para o manejo de dentes imaturos com necrose pulpar. Este estudo busca contribuir para a prática clínica, permitindo que profissionais da área odontológica adotem estratégias baseadas na preservação e na regeneração dos tecidos dentários. Portanto, o presente estudo tem por objetivo realizar uma revisão da literatura sobre a revascularização pulpar de dentes permanentes necróticos imaturos.

2. Metodologia

Tratou-se de uma revisão integrativa da literatura (Mattos, 2015; Anima, 2014; Crossetti, 2012). A revisão integrativa seguiu às seguintes etapas: definição do tema; estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão; coleta de dados a serem extraídos dos estudos; análise crítica dos estudos selecionados; interpretação dos resultados; apresentação da síntese estabelecida e revisão dos conteúdos. Seguindo à primeira etapa, elaborou-se a seguinte questão: Como a revascularização pulpar de dentes permanentes necróticos imaturos contribui para a regeneração da polpa e o desenvolvimento radicular, considerando a eficácia dos métodos de desinfecção, segurança e os princípios técnicos envolvidos?

As buscas foram realizadas nas bases de dados: (SciELO), *National Library of Medicine and The National Institutes of Health* (PubMed) e Literatura Latino-Americana e (LILACS). Utilizando os Descritores em Ciências da Saúde (DECS), utilizando o operador booleano “And” e “Or”, a partir dos descritores: ((*"Revascularization" AND "necrotic teeth"*) AND (*"immature permanent teeth" AND "root canal disinfection"*)) OR ((*"Regenerative Endodontics" OR "Pulpar Revascularization"*) AND (*"Immature teeth" OR "Root development" OR "Pulp regeneration"*)).

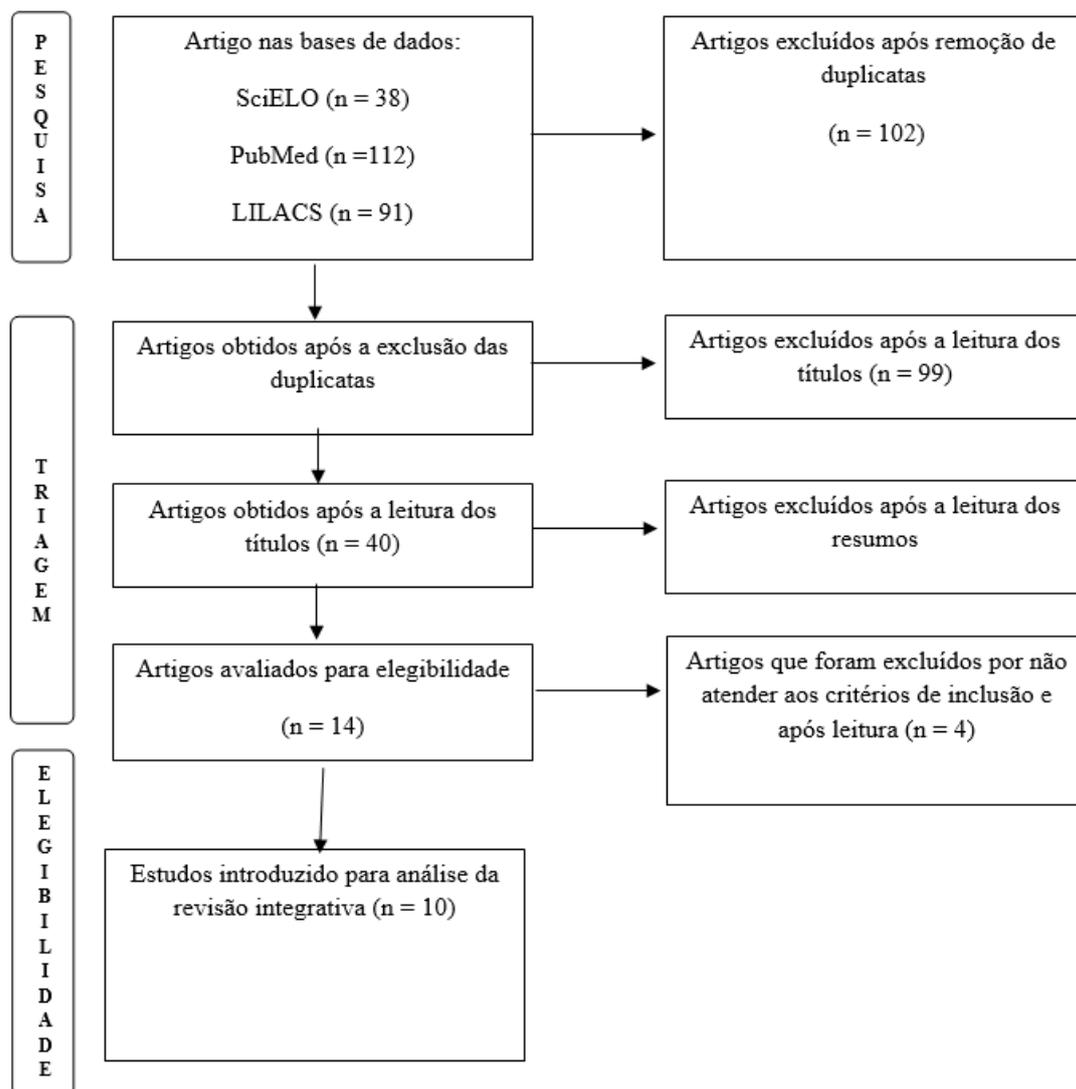
Crerios de inclusão e exclusão foi usado para selecionar os artigos, bem como nos procedimentos de validade, a fim de identificar os mais relevantes, válidos e confiáveis. possibilitando a organização dos estudos pré-selecionados e a identificação dos estudos selecionados.

Os critérios de escolha para selecionar os artigos foram definidos como: artigos de ensaios clínicos e revisão sistemática, publicados em inglês; foram definidos como critérios de inclusão os artigos disponíveis na íntegra, que abordassem a temática da revisão integrativa, e aqueles publicados no período de 2016 a 2024. Foram excluídos desta pesquisa apostilas, cartas e editoriais, dissertações, teses, artigos publicados fora do período estabelecido e em outros idiomas.

3. Resultados

A pesquisa resultou em 38 artigos na SciELO, 112 na PubMed e 91 artigos na base de dado LILACS. Sendo considerados 3 artigo na SciELO, 5 na PubMed e 2 na LILACS. Desta forma, restaram 10 artigos para análise desta revisão (Figura 1).

Figura 1 - Artigos das bases de dados.



Fonte: Autoria própria (2024).

O Quadro 1 apresenta os artigos selecionados para compor o “corpus” da pesquisa.

Quadro 1 - Descrição da análise dos artigos quanto aos autores (ano), título, objetivos e principais resultados e conclusão.

Autores (Ano)	Título	Objetivos	Principais Resultados	Conclusão
Alghamdi e Alqurashi (2020).	<i>Regenerative endodontic therapy in the management of immature necrotic permanent dentition: a systematic review.</i>	Revisar todos os dados atualizados sobre a terapia de regeneração endodôntica na condução de dentes permanentes imaturos com polpa necrótica.	Esses estudos investigaram diferentes aspectos da terapia endodôntica regenerativa, incluindo diferentes tipos de suportes, medicamentos intracanaais, espaço/barreiras pulpares, estágio de maturação radicular, duração do acompanhamento e estudos atualizados sobre seu uso no manejo de dentes permanentes necróticos imaturos.	Os dados compilados observaram que a terapia regenerativa endodôntica foi mais eficiente no tratamento de dentes permanentes imaturos necrosado e ofereceu uma vantagem maior que deve levar a uma aceitação mais ampla entre os endodontistas para resultados eficazes em comparação com diferentes opções de tratamento.

Antunes et al. (2016).	<i>The effectiveness of pulp revascularization in root formation of necrotic immature permanent teeth</i>	Realizar uma revisão sistemática para analisar a eficácia da revascularização pulpar na formação radicular de dentes permanentes imaturos necróticos, bem como o nível de evidência científica a respeito deste tema.	Inicialmente foram identificados 277 artigos nas bases de dados eletrônicas; Restaram 17 estudos após análise e exclusão de duplicatas; os critérios de exclusão também eliminaram seis artigos; 11 permaneceram para avaliação.	Apesar da capacidade da técnica de revascularização pulpar em estimular o desenvolvimento do fechamento apical e espessamento da dentina radicular, vários aspectos ainda permanecem desconhecidos, como os principais fatores desse reparo, o tipo de tecido formado e o prognóstico em longo prazo.
Carmen et al. (2017).	<i>Revascularization in immature permanent teeth with necrotic pulp and apical pathology: case series.</i>	Apresentar uma série de casos, bem como reunir informações sobre a revascularização, a técnica e os resultados.	O protocolo terapêutico envolveu acesso à câmara pulpar; irrigar copiosamente com NaOCl; aplicação de pasta tripla antibiótica como curativo intracanal; em seguida, selando-o provisoriamente. Após 3 semanas, o canal foi limpo e o ápice irritado com uma lima Kerr tamanho 15 para indução de sangue que serviria como suporte para a revascularização pulpar.	A discussão dos resultados leva ao debate sobre diferentes materiais restauradores e outros protocolos publicados.
El Ashiry et al. (2016).	<i>Dental pulp revascularization of necrotic permanent teeth with immature apices.</i>	Examinar o efeito de um procedimento de revascularização pulpar em dentes necróticos imaturos com periodontite apical.	Durante o acompanhamento, todos os pacientes estavam assintomáticos. 3 casos de periodontite apical crônica mostraram desaparecimento clínico do trato sinusal 2 semanas após o tratamento. A radiografia mostrou resolução progressiva da radiolucência periapical nos primeiros 12 meses. Dentro de 1 a 2 anos, os dentes tratados apresentaram aumentos progressivos na espessura da parede dentinária, no comprimento da raiz e no desenvolvimento radicular contínuo.	Evidências clínicas e radiográficas apresentaram tratamentos de revascularização bem-sucedidos de dentes permanentes necróticos imaturos com periodontite apical. Mais estudos são necessários para compreender os mecanismos subjacentes e realizar a histopatologia do conteúdo do espaço pulpar após procedimentos de revascularização.
Kahler et al. (2017).	<i>An evidence-based review of the efficacy of treatment approaches for immature permanent teeth with pulp necrosis.</i>	Descrever uma revisão baseada em evidências sobre a eficácia das abordagens de tratamento para dentes permanentes imaturos com necrose pulpar.	Dos 368 estudos identificados pela pesquisa, 6 estudos de coorte utilizaram avaliações quantitativas de qualquer maturação radicular adicional após REPs, e um subconjunto de 4 desses estudos de coorte avaliou e comparou os resultados clínicos entre as diferentes abordagens de tratamento.	Dentes imaturos com necrose pulpar tratados com REPs geralmente apresentam maior maturação radicular, embora os resultados sejam variáveis. Os resultados clínicos foram semelhantes para ambos os grupos.
Neelamurthy et al. (2018).	<i>Revascularization in immature and mature teeth with necrotic pulp: a clinical study.</i>	Avaliar o procedimento de revascularização em dentes imaturos e maduros com polpa necrótica e ápices abertos, desinfetados com pasta tripla antibiótica seguida de indução de coágulo sanguíneo no canal radicular.	Após 10 meses de acompanhamento, 10 dos 13 pacientes apresentaram desenvolvimento radicular e fechamento apical. Os oito pacientes dos 13 apresentaram desenvolvimento radicular, fechamento apical e espessamento lateral da dentina	Dentro da limitação deste estudo, pode-se concluir que há evidências de desenvolvimento radicular, aumento da espessura da parede lateral, fechamento apical tendo uma resposta positiva ao teste de sensibilidade na polpa em

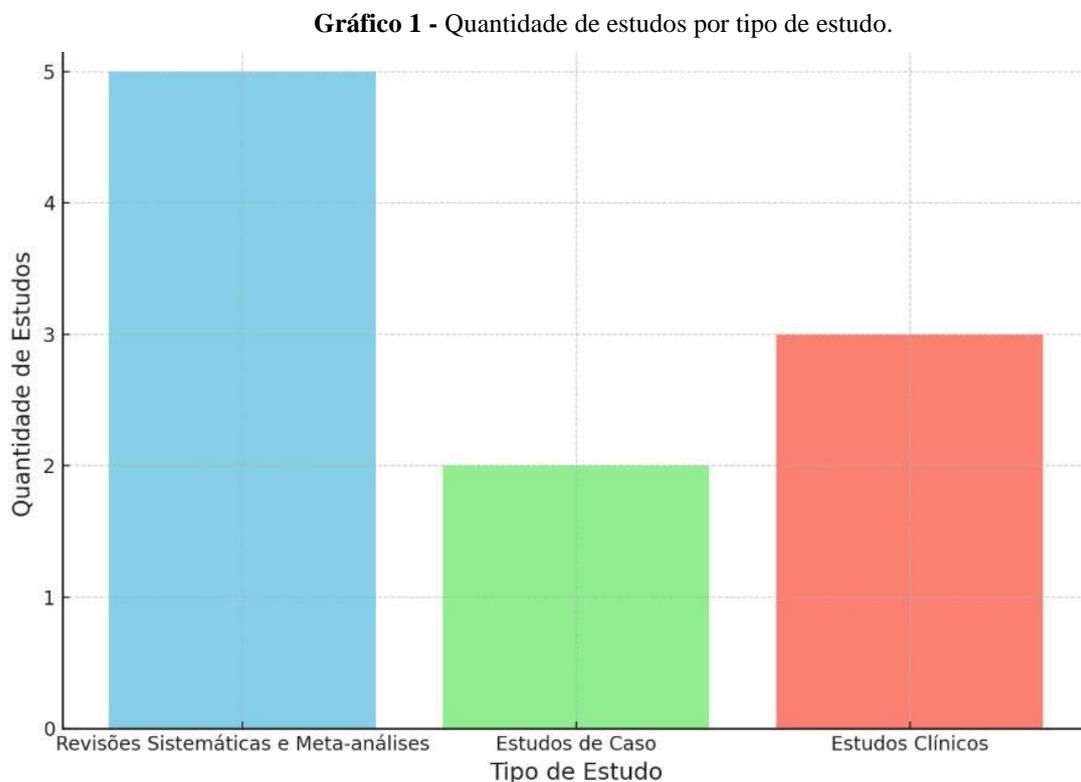
			radicular e 2 dos 13 pacientes apresentaram resposta positiva ao teste de sensibilidade elétrica.	dentes maduros e imaturos com polpa necrótica.
Nicoloso et al. (2019).	<i>Pulp revascularization or apexification for the treatment of immature necrotic permanent teeth: systematic review and meta-analysis.</i>	Avaliaram resultados clínicos, radiográficos e funcionais de retenção em dentes com rizogênese incompleta tratados com revascularização ou apicificação	A meta-análise comparando apicificação vs. revascularização para 'resultado geral' (Z=0,113, p=0,910, RR=1,009, IC 95%:0,869-1,171) e funcional taxas de retenção (Z=1,438, p=0,150, RR=1,069, IC 95%:0,976-1,172) não apresentaram significância estatística diferenças entre os tratamentos.	Os resultados clínicos, radiográficos e funcionais de retenção em dentes permanentes necróticos imaturos tratados seja com revascularização pulpar ou apicificação é limitada. Com base em nossa meta-análise, os resultados não favorecer uma modalidade de tratamento em detrimento de outra.
Sabeti et al. (2024).	<i>Treatment outcomes of regenerative endodontic therapy in immature permanent teeth with pulpal necrosis: A systematic review and network meta-analysis.</i>	Avaliar qual categoria de tratamento em relação à seleção de andaimos para dentes permanentes imaturos com necrose pulpar será a mais bem-sucedida para o tratamento endodôntico regenerativo (RET).	Foram identificadas seis intervenções em estudos incluídos: estrutura de coágulo sanguíneo (BC), estrutura de coágulo sanguíneo com fator básico de crescimento de fibroblastos, estrutura de coágulo sanguíneo com colágeno, pellet de plaquetas, plasma rico em plaquetas (PRP) e fibrina rica em plaquetas (PRF). A estrutura de PRP demonstrou o maior aumento no alongamento radicular após 6 meses a 1 ano	PRP e o PRF apresentam êxito no curto prazo, não no longo prazo. O valor desta informação reside na sua recomendação para futuros ensaios randomizados priorizando ambos os materiais em seu protocolo.
Singh et al. (2023).	<i>Success and complication rates of revascularization procedures for immature necrotic teeth: a systematic review.</i>	Destacar as taxas de sucesso e complicações de procedimentos de revascularização para dentes necróticos imaturos: uma revisão sistemática.	Entre os 16 estudos incluídos, 15 artigos apresentaram risco médio de viés e um artigo apresentou alto risco de viés. As principais limitações metodológicas foram características basais pouco claras, confiabilidade e intervalos de tempo. Dois estudos apresentaram maior risco de viés com geração de sequência aleatória e em quatro artigos não foi realizado cegamento dos participantes.	No entanto, para indivíduos com elevadas expectativas estéticas, a implementação da terapia endodôntica de revascularização necessita de consideração prudente, tendo em conta as preferências do paciente como parte da abordagem de tratamento.
Swaikat et al. (2023).	<i>Is revascularization the treatment of choice for traumatized necrotic immature teeth? A systematic review and meta-analysis.</i>	Avaliar o nível atual de evidência para técnicas de revascularização (RET) no manejo de dentes permanentes imaturos necrosados traumatizados com ou sem áreas radiotransparentes periapicais.	Os resultados mostraram que as técnicas RET pareciam ter altas taxas de sobrevivência e êxito no tratamento de dentes permanentes imaturos necróticos traumatizados. A maturação radicular com técnicas RET pareceu ser menor em dentes traumatizados.	Estudos futuros são necessários para avaliar a maturação radicular em dentes traumatizados utilizando avaliações radiográficas tridimensionais.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

4. Discussão

Foram selecionados 10 artigos científicos, dos quais 5 são revisões sistemáticas e meta-análises (Antunes et al., 2016; Nicoloso et al., 2019; Alghamdi & Alqurashi, 2020; Swaikat et al., 2023; Sabeti et al., 2024). Dois artigos correspondem a estudos de caso (Carmen et al., 2017; Neelamurthy et al., 2018). Por fim, 3 artigos são classificados como estudos clínicos (El

Ashiry et al., 2016; Kahler et al., 2017; Singh et al., 2023). A distribuição dos artigos por tipo de estudo está representada no Gráfico 1.



Fonte: Autoria própria (2024).

A revascularização pulpar de dentes permanentes necróticos imaturos é uma abordagem regenerativa que promove o fechamento apical e a continuação do desenvolvimento radicular, além de restabelecer a funcionalidade da polpa. Sendo assim, pesquisas científicas correlacionam essa técnica com resultados clínicos promissores, destacando suas vantagens sobre métodos tradicionais, como a apexificação, ao proporcionar uma abordagem menos invasiva e biologicamente orientada (Swaikat et al., 2023).

A revascularização pulpar é uma técnica endodôntica regenerativa indicada para dentes permanentes imaturos com necrose pulpar. Essa abordagem visa restaurar a vitalidade tecidual, promovendo o desenvolvimento radicular e o fechamento apical. Entre os protocolos utilizados para revascularização pulpar destacam-se o Protocolo Banchs e Trope e o *Protocolo da American Association of Endodontists* (AAE). Cada um possui características distintas que orientam o clínico na execução do tratamento, com ênfase em aspectos técnicos e materiais utilizados (El Ashiry et al., 2016).

O Protocolo Banchs e Trope, descrito em 2004, é considerado pioneiro no campo da revascularização pulpar. Este método utiliza uma combinação de irrigação vigorosa com soluções antimicrobianas, como hipoclorito de sódio e clorexidina, seguida pela aplicação de uma pasta intracanal antimicrobiana contendo antibióticos, geralmente composta por ciprofloxacino, metronidazol e minociclina. Após a desinfecção, o protocolo envolve a indução de um coágulo sanguíneo na porção apical do canal, que serve como matriz para a regeneração tecidual. O dente é então selado com material biocompatível, como MTA (*Mineral Trioxide Aggregate*), para estimular a formação de tecido mineralizado (Neelamurthy et al., 2018).

Por outro lado, o *Protocolo da American Association of Endodontists*, estabelecido em 2016, reflete avanços nas práticas clínicas e incorpora diretrizes mais padronizadas para a revascularização. Este protocolo enfatiza a minimização de

toxicidade e pigmentação dentária, utilizando concentrações mais baixas de hipoclorito de sódio e excluindo minociclina das pastas antimicrobianas devido à sua propensão a causar manchas. Além disso, incentiva o uso de agentes de irrigação biocompatíveis, como EDTA, para favorecer a liberação de fatores de crescimento presentes na dentina. O protocolo também destaca a necessidade de selamento hermético com materiais de última geração, como o Biodentine, para assegurar uma interface estável e biologicamente favorável (Singh et al., 2023).

Ambos os protocolos têm como objetivo principal proporcionar um ambiente adequado para a regeneração do tecido pulpar e o crescimento contínuo da raiz dentária. No entanto, as diferenças entre eles refletem a evolução das técnicas baseadas em evidências científicas, com o Protocolo AAE apresentando uma abordagem mais atual e menos invasiva (Swaikat et al., 2023). Estudos comparativos indicam que ambos os protocolos podem ser eficazes, embora a escolha dependa das características clínicas do caso, disponibilidade de materiais e preferência do profissional (Neelamurthy et al., 2018; Nicoloso et al., 2019).

No estudo realizado por Kahler et al. (2017), foi conduzida uma revisão baseada em evidências para avaliar as diferentes abordagens de tratamento em dentes imaturos com necrose pulpar. Os autores destacaram que a revascularização mostrou ser altamente eficaz, proporcionando o aumento na espessura da dentina radicular e maior taxa de fechamento apical em comparação à apexificação com hidróxido de cálcio. Eles também ressaltaram que a técnica apresentou melhores taxas de preservação da estrutura dentária e funcionalidade a longo prazo. Contudo, os pesquisadores apontaram lacunas quanto à padronização dos protocolos de irrigação e medicação intracanal.

Sabeti et al. (2024), em uma revisão sistemática e meta-análise, avaliaram o êxito clínico e radiográfico da técnica. Os resultados mostraram que a taxa de sucesso global da revascularização foi superior a 85%, com redução significativa das lesões periapicais e recuperação da funcionalidade pulpar. Contudo, efeitos adversos, como a descoloração dentária, foram relatados em aproximadamente 15% dos casos, associando-se frequentemente ao uso de medicações como o triclosan e o minociclina. Este estudo reforça a necessidade de ajustar os protocolos para minimizar esses efeitos indesejados.

Por outro lado, Swaikat et al. (2023), realizaram uma meta-análise para comparar a eficácia da revascularização em dentes traumatizados com necrose pulpar. O estudo destacou que a revascularização se mostrou superior em promover a regeneração tecidual e evitar a formação de reabsorções radiculares externas quando comparada a outros métodos. Os autores enfatizaram que a técnica é dependente de um ambiente biológico favorável, e sugeriram o uso de irrigantes menos agressivos, como a solução de NaOCl em concentrações reduzidas, para otimizar os resultados clínicos.

Neelamurthy et al. (2018), em um estudo clínico, compararam a eficácia da revascularização em dentes imaturos e maduros com necrose pulpar. Os resultados mostraram que, nos dentes imaturos, houve maior sucesso em termos de continuidade do desenvolvimento radicular e fechamento apical. No entanto, em dentes maduros, os benefícios foram limitados, indicando que a técnica é mais adequada para dentes em desenvolvimento. O estudo também destacou a importância do controle microbiológico rigoroso para o sucesso da terapia.

Carmen et al. (2017), relataram uma série de casos que evidenciaram a viabilidade clínica da revascularização em dentes permanentes imaturos com necrose pulpar e patologia periapical. Em todos os casos, foi observado fechamento apical completo e redução das lesões periapicais ao longo do acompanhamento clínico de 12 meses. Os autores destacaram que o sucesso da revascularização depende não apenas do protocolo técnico, mas também de fatores individuais, como presença de infecções secundárias.

O estudo de Antunes et al. (2016), consistiu em uma revisão sistemática que analisou o impacto da revascularização na formação radicular de dentes necrosados. Os autores concluíram que a técnica resultou em maior espessura das paredes dentinárias e no fechamento apical em comparação à apexificação. Eles também observaram que o uso de scaffolds de matriz extracelular foi um fator diferencial para o sucesso clínico, proporcionando uma base estrutural para a regeneração tecidual.

El Ashiry et al. (2016) avaliaram, por meio de um estudo clínico, o desfecho da revascularização em dentes com ápices abertos. Os resultados mostraram que, em 80% dos casos, houve uma redução significativa na sensibilidade e nas lesões periapicais. Além disso, o estudo destacou que a idade do paciente foi um fator crítico, sendo os resultados mais positivos em crianças e adolescentes.

No estudo de Nicoloso et al. (2019), que combinou revisão sistemática e meta-análise, os autores compararam a revascularização com a apexificação. Os resultados apontaram para taxas de sucesso semelhantes em termos de controle da infecção e redução das lesões periapicais, mas a revascularização demonstrou maior potencial para promover o espessamento dentinário. A análise ressaltou a necessidade de protocolos uniformes para avaliar consistentemente os resultados entre os estudos.

Alghamdi e Alqurashi (2020), realizaram uma revisão sistemática que enfatizou a revascularização como uma técnica promissora para dentes necrosados imaturos. Eles destacaram a importância do uso de biomateriais biocompatíveis, como o MTA, para vedação do ápice, o que contribuiu para resultados superiores em termos de desenvolvimento radicular. O estudo também apontou para a necessidade de investigações futuras sobre o impacto de diferentes técnicas de irrigação nos resultados finais.

Por fim, Singh et al. (2023), revisaram as taxas de sucesso e complicações associadas à revascularização. Eles observaram que a técnica apresenta um perfil de sucesso elevado, mas que complicações, como calcificações pulpare e descoloração, são comuns. O estudo propôs a substituição de antibióticos intracanal por medicamentos mais biocompatíveis, como curativos à base de cálcio, para melhorar os resultados clínicos e estéticos.

De forma geral, os estudos analisados indicam que a revascularização é uma técnica eficiente para o tratamento de dentes imaturos com necrose pulpar. No entanto, fatores como o protocolo clínico, a idade do paciente e os materiais utilizados desempenham um papel essencial nos resultados clínicos e radiográficos. Portanto, os protocolos e a realização de estudos mais robustos são recomendadas para aprimorar a eficácia e segurança dessa técnica regenerativa.

5. Considerações Finais

A revascularização pulpar de dentes permanentes necróticos imaturos tem se mostrado uma abordagem promissora e eficaz, destacando-se por possibilitar o contínuo desenvolvimento da raiz e o fechamento apical, promovendo a recuperação funcional e estrutural do dente. Os estudos analisados demonstraram altas taxas de sucesso clínico e radiográfico, especialmente em dentes com ápices abertos, evidenciando sua superioridade em relação a métodos tradicionais como a apexificação. Além disso, fatores como o controle microbiológico, o uso de biomateriais biocompatíveis e a seleção adequada de protocolos têm papel fundamental nos resultados positivos da técnica, minimizando complicações como descoloração dentária e calcificações pulpare.

Apesar dos avanços significativos, a técnica ainda enfrenta desafios, como a padronização dos protocolos e a redução de efeitos adversos associados ao uso de medicamentos intracanaís. Estudos futuros devem explorar abordagens que equilibrem eficácia e segurança, além de investigar o impacto de variáveis individuais, como idade e condição inicial do dente. Dessa forma, a revascularização pode consolidar-se como a principal escolha terapêutica para dentes permanentes imaturos com necrose pulpar, contribuindo para melhores prognósticos clínicos e ampliando o arsenal de técnicas regenerativas na endodontia moderna.

Referências

Alcalde, M. P., et al. (2014). Revascularização pulpar: considerações técnicas e implicações clínicas. *Salusvita*, 33(3), 415-432.

- Alghamdi, F. T., & Alqurashi, A. E. (2020). Regenerative endodontic therapy in the management of immature necrotic permanent dentition: A systematic review. *The Scientific World Journal*, 2020(1), 7954357. <https://doi.org/10.1155/2020/7954357>
- Antunes, L. S., et al. (2016). The effectiveness of pulp revascularization in root formation of necrotic immature permanent teeth: A systematic review. *Acta Odontologica Scandinavica*, 74(3), 161-169. <https://doi.org/10.3109/00016357.2015.1123035>
- Anima, E. (2014). *Gestão de recursos humanos no contexto educacional*. Revista de Educação, 15(2), 112-130.
- Bourguignon, C., et al. (2020). International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations. *Dental Traumatology*, 36(4), 314-330. <https://doi.org/10.1111/edt.12555>
- Cabral, C. S. L., et al. (2016). Tratamento de dentes com rizogênese incompleta após procedimentos regenerativos ou de apicificação: Uma revisão sistemática de literatura. *Revista Brasileira de Odontologia*, 73(4), 336.
- Carmen, L., et al. (2017). Revascularization in immature permanent teeth with necrotic pulp and apical pathology: Case series. *Case Reports in Dentistry*, 2017, 3540159. <https://doi.org/10.1155/2017/3540159>
- Crossetti, M. (2012). *Métodos de pesquisa em saúde: Uma abordagem interdisciplinar*. Editora Saúde e Bem-Estar.
- El Ashiry, E. A., et al. (2016). Dental pulp revascularization of necrotic permanent teeth with immature apices. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 40(5), 361-366. <https://doi.org/10.17796/1053-4625-40.5.361>
- Flanagan, T. A. (2014). What can cause the pulps of immature, permanent teeth with open apices to become necrotic and what treatment options are available for these teeth. *Australian Endodontic Journal*, 40(3), 95-100. <https://doi.org/10.1111/aej.12088>
- Jung, C., et al. (2019). Pulp-dentin regeneration: Current approaches and challenges. *Journal of Tissue Engineering*, 10, 2041731418819263. <https://doi.org/10.1177/2041731418819263>
- Kahler, B., et al. (2017). An evidence-based review of the efficacy of treatment approaches for immature permanent teeth with pulp necrosis. *Journal of Endodontics*, 43(7), 1052-1057. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.01.022>
- Lam, R. (2016). Epidemiology and outcomes of traumatic dental injuries: A review of the literature. *Australian Dental Journal*, 61, 4-20. <https://doi.org/10.1111/adj.12373> □ Limoeiro, A. G. S., et al. (2015). Revascularização pulpar: Relato de caso clínico. *Dent. Press Endod.*, 74-84.
- Mattos, L. (2015). *A evolução da prática pedagógica: Uma análise crítica*. Editora Educacional.
- Marchetti, G., & Oliveira, R. V. (2015). Mesiodens-dentes supranumerários: Diagnóstico, causas e tratamento. *Uningá Review*, 24(1).
- Murray, P. E. (2023). Review of guidance for the selection of regenerative endodontics, apexogenesis, apexification, pulpotomy, and other endodontic treatments for immature permanent teeth. *International Endodontic Journal*, 56, 188-199. <https://doi.org/10.1111/iej.13841>
- Neelamurthy, P. S., et al. (2018). Revascularization in immature and mature teeth with necrotic pulp: A clinical study. *J Contemp Dent Pract*, 19(11), 1393-1399. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2355>
- Nicoloso, G. F., et al. (2019). Pulp revascularization or apexification for the treatment of immature necrotic permanent teeth: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 43(5), 305-313. <https://doi.org/10.17796/1053-4625-43.5.305>
- Pimentel, L., Barros, K., & Pachêco, A. (2017). Revascularização pulpar. *Revista da AcBO-ISSN 2316-7262*, 6(2).
- Rossi-Fedele, G., Kahler, B., & Venkateshbabu, N. (2019). Limited evidence suggests benefits of single visit revascularization endodontic procedures: A systematic review. *Brazilian Dental Journal*, 30(6), 527-535. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201902326>
- Sabeti, M., et al. (2024). Treatment outcomes of regenerative endodontic therapy in immature permanent teeth with pulpal necrosis: A systematic review and network meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 57(3), 238-255. <https://doi.org/10.1111/iej.13702>
- Singh, N., et al. (2023). Success and complication rates of revascularization procedures for immature necrotic teeth: A systematic review. *Cureus*, 15(12). <https://doi.org/10.7759/cureus.32401>
- Swaikat, M., et al. (2023). Is revascularization the treatment of choice for traumatized necrotic immature teeth? A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 12(7), 2656. <https://doi.org/10.3390/jcm12072656>