

## Uso de células-tronco na regeneração pulpar: revisão de literatura e perspectivas clínicas.

Use of stem cells in pulp regeneration: literature review and clinical perspectives.

Geovana Duarte Braga<sup>1</sup>  
Orientador: Me. Antônio Henrique Braitt<sup>2</sup>

### RESUMO

**Introdução:** O avanço da Odontologia Regenerativa tem consolidado o uso de células-tronco como uma alternativa promissora aos tratamentos endodônticos convencionais, especialmente em casos de necrose pulpar em dentes imaturos. **Objetivo:** Esta revisão de literatura visa analisar o cenário atual das evidências científicas sobre as práticas endodônticas que utilizam células-tronco, avaliando a sua eficácia, segurança e perspectivas clínicas para a regeneração pulpar. **Materiais e Métodos:** Trata-se de uma pesquisa qualitativa e exploratória baseada numa revisão sistemática e literatura, abrangendo publicações entre 2015 e 2025, através de consultas em bases de dados acadêmicas e científicas de amplo acesso, como *SciELO*, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS)/LILACs, PUBmed, Cochrane Library e clinicaltrials.gov. Os descritores utilizados foram selecionados utilizando operadores booleanos ( “AND” e “OR”). Foram incluídos ensaios clínicos e estudos focados em terapias com células-tronco mesenquimais, como as DPSCs e SCAPs. **Resultados:** Os estudos indicam que técnicas como a revascularização pulpar permitem o fechamento apical e espessamento das paredes radiculares através da indução de coágulo sanguíneo rico em células-tronco e fatores de crescimento. No entanto, o sucesso clínico depende de protocolos rigorosos de desinfecção que equilibram a eliminação de patógenos como a preservação da viabilidade celular, utilizando concentrações ajustadas de NaOCl e EDTA. **Conclusões:** As terapias com células-tronco apresentam-se como uma estratégia eficaz para restaurar a vitalidade e as funções biológicas da polpa dentária, embora a padronização de protocolos universais continue a ser o principal desafio para a sua implementação clínica.

<sup>1</sup> Discente do curso de Odontologia da Faculdade de Ilhéus, Centro de Ensino Superior, Ilhéus, Bahia. e-mail: [geovanaduarte59@gmail.com](mailto:geovanaduarte59@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente do curso de Odontologia da Faculdade de Ilhéus, Centro de Ensino Superior, Ilhéus, Bahia. e-mail: [antoniohenriquebraitt@gmail.com](mailto:antoniohenriquebraitt@gmail.com)

**Palavras-chave:** Regeneração pulpar; Células-tronco; Endodontia Regenerativa.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** The advancement of Regenerative Dentistry has consolidated the use of stem cells as a promising alternative to conventional endodontic treatments, especially in cases of pulp necrosis in immature teeth. **Objective:** This literature review aims to analyze the current status of scientific evidence on endodontic practices using stem cells, evaluating their efficacy, safety, and clinical perspectives for pulp regeneration. **Materials and Methods:** This is a qualitative and exploratory research based on a systematic literature review, covering publications between 2015 and 2025, through consultations in widely accessible academic and scientific databases such as SciELO, Virtual Health Library (BVS)/LILACS, PubMed, Cochrane Library, and clinicaltrials.gov. The descriptors were selected using Boolean operators ("AND" and "OR"). Clinical trials and studies focused on mesenchymal stem cell therapies, such as DPSCs and SCAPs, were included. **Results:** Studies indicate that techniques such as pulp revascularization allow for apical closure and thickening of root walls through the induction of a blood clot rich in stem cells and growth factors. However, clinical success depends on rigorous disinfection protocols that balance pathogen elimination with the preservation of cell viability, using adjusted concentrations of NaOCl and EDTA. **Conclusions:** Stem cell therapies present themselves as an effective strategy for restoring the vitality and biological functions of the dental pulp, although the standardization of universal protocols remains the main challenge for their clinical implementation.

**Keywords:** Pulp Regeneration; Stem Cells; Regenerative Endodontics; Revascularization.

## **1. INTRODUÇÃO**

Durante o período do desenvolvimento embrionário, os dentes se originam a partir de uma banda de células epiteliais nos maxilares do embrião, o crescimento inferior a esta banda irá formar os dentes (Holland; Torabinejad, 2010). A polpa possui diversas funções secundárias como nutrição, hidratação e defesa do dente, quando danificada, pode levar a lesões e doenças, logo a integridade da polpa é essencial para finalização de tratamentos protéticos e restauradores bem-sucedidos (Holland; Torabinejad, 2010).

A polpa dental se constitui como um tecido conjuntivo frouxo, altamente vascularizado e inervado que se localiza no centro do dente, atuando como suporte e sustentação essencial para a dentina que está em sua volta, fisiologicamente, a polpa tem como função de fornecer sustentação aos osteoblastos que formam a dentina e interage com epitélio dental inicial que posteriormente formará o esmalte dental, junção da polpa e dentina recebe é denominada de complexo dentino-pulpar (Cunha, 2010; Holland; Torabinejad, 2010). Além da dentina, a polpa é circundada também por outras estruturas mineralizadas, cimento e esmalte (Cunha, 2010).

A localização anatômica da polpa exerce influência sobre suas reações fisiológicas, uma vez que se encontra envolto por tecido mineralizado o que reduz sua capacidade de flexibilidade reduzida durante a vasodilatação, tornando-a suscetível a momentos fisiologicamente críticos (Cunha, 2010).

De acordo com Cunha (2010) histologicamente a polpa é constituída por uma substância gelatinosa, de consistência viscosa, a matriz é composta por proteoglicanos e glicoproteínas, que estão entrelaçadas por feixes de fibras colágenas, a polpa pode ser dividida em quatro partes, a saber: camada odontoblástica, localizada na periferia da polpa; camada acelular de Weil, abaixo dos odontoblastos; camada celular, com densidade celular elevada na polpa coronária e por fim, o centro da polpa, onde ocorre a inervação.

Em tratamentos restauradores fica evidente a importância da polpa que precisa ter medidas de forma e tamanho para determinar a profundidade da cavidade que são dependentes do tipo do dente (ex: incisivo, molar), bem como a idade do paciente juntamente com a fase do desenvolvimento do dente, além de procedimento restaurador que o dente possa ter recebido. Por outro lado, o estágio pulpar também determina a tipologia do tratamento a ser aplicado em casos de lesão, as fases de desenvolvimento dos dentes são determinantes para o tipo de tratamento pulpar ao qual o paciente será submetido, dentes não totalmente desenvolvidos geralmente são submetidos a tratamentos não convencionais aplicados naqueles que são considerados desenvolvidos (Holland; Torabinejad, 2010).

Os cirurgiões dentistas enfrentam desafios significativos no que tange a vitalidade da polpa, pois em diversos tratamentos restauradores devido ao calor gerado por movimentos de alta e baixa velocidade, materiais restauradores com materiais com propriedades exotérmicas, técnicas de acabamento e polimento, aplicação de luz de alta potência como os LED's utilizadas para polimerizar materiais que são à base de resina podem aumentarem a temperatura da polpa, se tornando prejudiciais a esta estrutura (Costa, 2020).

Neste sentido, o estudo da biologia e fisiologia da polpa é essencial para a endodontia uma vez que esta é responsável por diagnóstico e tratamento de patologias pulpar e suas sequelas, ou seja, este conhecimento permite elaborar o tratamento mais adequado e afastar a possibilidade de doenças e lesões que não sejam de origem pulpar, deste modo, a incapacidade técnica de diferenciar por exemplo, lesões periodontais de lesões na polpa podem culminar em diagnósticos incorreto podendo comprometer a eficácia do tratamento (Holland; Torabinejad, 2010).

Por outro, ocorrem avanços significativos na odontologia que podem ter respostas significativas no que diz respeito a aceleração do processo do cuidado multidisciplinar da saúde bucal da população, especificamente as células indiferenciadas (células-tronco) que podem se diferenciar em diferentes tipologias celulares de diversos órgãos, inclusive na estrutura dental, substituindo células mortas ou em processos degenerativos e necróticos (Brait, 2024).

Partido desta explanação, esta pesquisa se propõe a responder a seguinte questão: Qual o cenário atual de evidências científicas sobre práticas endodônticas que utilizam células-tronco para pacientes em tratamento clínico para regeneração pulpar? Este trabalho visa ajudar compreender acerca do uso de células-tronco na regeneração pulpar considerando as perspectivas clínicas relacionadas à eficácia, segurança e protocolos metodológicos empregados, evidenciando a importância desta prática terapêutica utilizada em clínicas odontológicas especializadas. Especificamente, buscou identificar os principais grupos de células-tronco utilizados em intervenções terapêuticas que têm sido investigadas *in vitro* e *in vivo* a fim de evidenciar as contribuições desta prática em ensaios clínicos sobre regeneração pulpar, descrever os principais protocolos metodológicos empregados nos estudos de regeneração pulpar com células-tronco empregados nos ensaios clínicos e revisão sistemática disponíveis nas bases de dados acadêmicos e analisar os contextos clínico histológicos deste tipo de abordagem terapêutica em estudos *in vivo*, com o propósito de determinar a eficácia e segurança das terapias com células-tronco e traçar as perspectivas clínicas atuais para a Endodontia.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Conhecimento empregado com o uso de células-tronco na odontologia**

Os tratamentos pulpares convencionais como obturação e apicificação não restauram a vitalidade nem promove o fortalecimento de dentes com rizogênese incompleta, deixando-os suscetíveis às fraturas e perdas precoce. Histologicamente a polpa possui células indiferenciadas com alta capacidade de regeneração, neste sentido, o fortalecimento de técnicas que usam meios biológicos para regeneração pulpar é essencial para fortalecer práticas na Odontologia, neste caso, as células-tronco já são utilizadas para outras finalidades desde 1961 conforme apontam estudos com células-tronco e os seus benefícios em diferentes tratamentos terapêuticos. Especificamente na Endodontia, as células-tronco podem substituir a regeneração pulpar convencional que embora ocorra o reparo tecidual, este tecido não é composto pela polpa e dentina,

mas sim um tecido de natureza cementária ou osteóide, conforme aponta Braitt (2024). Por outro lado, a regeneração tecidual com células-tronco fornece a regeneração do tecido original composto pelos osteoblastos e dentina.

O campo da endodontia regenerativa está em constante crescimento, contudo, sob o ponto de vista teórico há uma heterogeneidade e variedade em protocolos que por vezes possuem resultados controversos que necessitam de maior aprofundamento teórico, por outro lado, há necessidade de fortalecimento do campo teórico acerca desta temática que possa trazer respostas no que tange a padronização de protocolos endodônticos. Desta forma, a revisão sistemática é fundamental para identificação dos principais grupos de células-tronco utilizados em intervenções terapêuticas a fim de evidenciar as contribuições desta prática em ensaios clínicos sobre regeneração pulpar, a revisão torna-se uma ferramenta de sistematização metodológica de procedimentos validados a literatura científica. Por fim, este estudo pode possibilitar a análise contextualizada que pode contribuir significativamente para determinar a eficácia e segurança das terapias com células-tronco.

Portanto, esta pesquisa pode apresentar significativas informações que podem embasar as práticas clínicas que visem o restabelecimento completo da estrutura pulpar. Contudo, é importante salientar que a endodontia regenerativa seja validada com relação à sua eficácia é indispensável a análise de estudos *in vivo e in vitro* sejam submetidos a estudos de revisão sistemática. Por fim, é importante ressaltar que este estudo ao avaliar a eficácia e a segurança dos protocolos metodológicos empregados, buscando trazer clareza nas atuais perspectivas clínicas endodônticas com células-tronco.

Avanços na ciência têm revolucionado diversos campos das mais diferentes áreas médicas e não seria diferente no segmento da odontologia. Compreende-se que o corpo humano agrega diversas estruturas que estão conectadas entre si para garantir o pleno funcionamento dos sistemas que integram funções essenciais para o equilíbrio das células, órgãos, neurônios, dentre outros processos físico-químicos.

De acordo com Gaines *et al.* (2022), a etiologia doenças pulpares é multifatorial, ou seja, pode ser causada por diferentes agentes infecciosos como as bactérias (ex: cárie dentária), porém, também pode estar associada à origem traumática, doenças ou condições desconhecidas ou a doenças sistêmicas subjacentes que comprometem a integridade dental dos pacientes como doenças renais e diabetes. Se tratando das doenças próprias da cavidade oral, segundo OMS (2022), a cárie e doenças periodontais são as mais prevalentes no mundo, por esta razão, são entendidas como um problema de saúde pública, por esta razão, a triagem e diagnóstico de tais doenças é essencial haja

vista que podem afetar qualquer faixa etária que possui características invasivas iniciando pelos tecidos duros e atingindo as partes moles, alcançado a polpa dental, causando lesões necróticas que culminam na morte celular pulpar, neste sentido é indispensável conhecer as doenças que mais afetam a população (Gaines, *et al.*, 2022).

Braitt (2024) cita que as células-tronco são encontradas em diferentes órgãos do corpo, entretanto, na região pulpar, existe um número significativo destas células cerca de 500 vezes mais que outros tecidos do corpo humano, na odontologia estas células estão sendo utilizadas e situações em que ocorre falências de órgãos ou perda de tecido devido a processos necróticos, especificamente na polpa dental, que neste caso, em práticas que utilizam estas células é possível que haja recuperação tecidual completa dos osteoblastos e dentina, sem substituição de tecido por cimento, em outras palavras, as células tronco da polpa são mais vantajosas do que aquelas que são encontradas em outras partes do corpo, sendo essencial para o processo de regeneração.

Braitt (2024) afirma que as células pluripotentes da polpa apresentam características que as coloca em vantagem com as que são encontradas em outras partes do corpo, sendo encontrado evidências do desenvolvimento de tecido ósseo fibroso proveniente do próprio paciente (autólogo) oriundos de células de tecido pulpar advinda de dentes permanentes, a obtenção destas células em dentes decíduos é um procedimento com baixo potencial invasivo, sendo possível fazer o isolamento, manipulação e posterior expansão *in vitro*, estas células mesenquimais podem se diferenciar em células nervosas, ósseas e cartilaginosas, apresentando uma alta capacidade de regeneração tecidual. A maioria dos estudos relatam que houve significativo aumento da espessura das paredes radiculares e respectivo fechamento apical.

Estudos pioneiros isolaram células-tronco da polpa dentária humana em dentes molares permanentes, estas células são chamadas de DPSCs (*Postnatal Human Dental Pulp Stem Cells*) que demonstravam a alta capacidade de proliferação e diferenciação, posteriormente, novas pesquisas demonstraram que as SHEDs (*Stem Cells From Human Exfoliated Deciduous Teeth*) na polpa de dentes decíduos que apresentaram taxa de regeneração superior às DPSCs (Braitt, 2024).

Em situações em que o tecido pulpar não apresenta mais sinais de vitalidade, indicando necrose, manejo tradicional para dentes imaturos têm sido apicificação, que envolve processos de trocas regulares de medicação intracanal com hidróxido de cálcio, porém, a longa duração do tratamento (9 a 24 meses) implica em desvantagens significativas, com risco elevado de recontaminação, aumento de custos e potencial abandono do tratamento pelo paciente, afirmam Martins, Gadelha e Braitt (2025). Além do longo tratamento, o hidróxido de cálcio apresenta

desvantagens biológicas como a fragilidade da barreira apical formada e a maior suscetibilidade das paredes radiculares à fraturas devido às propriedades higroscópicas e proteolíticas da medicação (Martins; Gadelha; Braitt, 2025).

Martins, Gadelha e Braitt, (2025) ainda apontam outra técnica conservadora para dentes necrosados com ápice imaturo, a revascularização pulpar que tem por objetivo de promover o fechamento da região apical e consequente espessamento das paredes dentinárias. O protocolo envolve, a princípio a desinfecção química do canal radicular por meio de soluções irrigadoras como (geralmente hipoclorito de sódio, EDTA ou clorexidina) e medicação intracanal que pode ser tanto pasta tri antibiótica (ciprofloxacina, metronidazol e minociclina em veículo de glicerina) (Martins; Gadelha; Braitt, 2025). A etapa biológica se constitui pela indução ao sangramento, o que resulta na formação de coágulo no interior do canal, esse coágulo rico em células-tronco derivada da papila apical e fatores de crescimento, iniciando a formação de um novo tecido que induz a estimulação da formação do tecido radicular e o fechamento apical (Martins; Gadelha; Braitt, 2025).

Martins, Gadelha e Braitt, (2025), apontam que a busca pela previsibilidade dos resultados da revascularização pulpar levou ao desenvolvimento de diversas variações no protocolo tradicional, focando especificamente na melhoria das características histológicas do tecido reparador. Tais modificações que excluem a indução ao sangramento, a instrumentação suave dos terços cervical e médio, o emprego de biomateriais como plasma rico em plaquetas (PRP), fibrinas ricas em plaquetas (FRP), bem como a aplicação da técnica em dentes com o ápice já fechado mediante a ampliação foraminal, no entanto, a ausência de um consenso impede a padronização definitiva de técnica. O uso de ambas se justifica pela capacidade de promover a vascularização e diferenciação celular, melhorando a cicatrização dos tecidos mineralizados e moles, e por fornecerem uma matriz tridimensional de fibrina que atua como um arcabouço essencial para o desenvolvimento tecidual.

O estudo de Martins, Gadelha e Braitt (2025) aponta que a revascularização pulpar ainda carece de protocolo de tratamento universalmente definido. Em seu estudo foi realizado a revascularização com selamento cervical utilizando cimento biocerâmico evidenciou significativa regeneração e maturação radicular após meses de aplicação, a utilização do plasma rico em fibrina (PRF) contribui positivamente para a maturação radicular (Martins; Gadelha; Braitt, 2025). Em suma, o uso das células-tronco na odontologia possibilita os avanços de procedimentos que visam restaurar a qualidade de vida dos pacientes afetados por perdas dentárias multicausais que são

prejudiciais, a capacidade regenerativa de células tronco tem possibilitado à novas perspectivas terapêuticas.

### **2.1.1 Difusão das funcionalidades e procedimentos na regeneração pulpar**

O Brasil possui reconhecimento a nível mundial quando o assunto envolve práticas médicas e estudos com uso de técnicas interventivas que vão além de procedimentos simples aos mais complexos. Especificamente, a área da odontologia tem presença de importância significativa de crescimento, e essa proporção tem contribuído para alcançar principalmente, as camadas sociais mais vulneráveis que não dispõe de recursos financeiros ou faltam políticas públicas mais acessíveis.

No mesmo momento, um contraste é notado nesta análise, segundo fontes do Movimento Saúde (2022), o “Brasil é o país com mais dentistas do mundo, com cerca de 375 mil profissionais, sendo 107 mil em São Paulo, 44 mil em Minas Gerais e quase 35 mil no Rio de Janeiro”. Mas adiante destaca-se que,

Cerca de 14 milhões de brasileiros acima de 18 anos vivem sem nenhum dente, e outros 34 milhões já perderam 13 ou mais dentes, segundo dados da Pesquisa Nacional de Saúde, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os idosos representam a maior porcentagem dessas pessoas, com 31,7% (CNN Brasil, 2024).

A saúde bucal começa com cuidados básicos, e esses quando colocados em prática, impedem problemas quando realizados frequentemente. “É muito comum necrose pulpar causada por fatores traumáticos, por anomalias e cáries extensas, e quando o dente está em fase de maturação, os riscos aumentam” (Fernandes *et al.*, 2016; Toledo *et al.*, 2010). Com isso, “consideram-se dentes com vitalidade pulpar aqueles que apresentam características como consistência firme, cor vermelho vivo e existência de sangramento ativo” (De Deus, 2020, p. 2). Procedem-se que em “dentes vitais, quando ocorre exposição pulpar acidental, pode ser realizado um capeamento pulpar direto com hidróxido de cálcio, agregado de trióxido mineral (mineral trioxide aggregate - MTA), biodentine ou cimentos biocerâmicos, devido às características biocompatíveis e reparadoras desses materiais” (Silva *et al.*, 2020, p. 2).

Conforme Gaines *et al.* 2022, a polpa dentária é composta por 75% de água e 25% de matéria orgânica. Por sua vez, contém um grupo de células que se encontram em uma matriz intercelular. Os odontoblastos são as células características da polpa e são responsáveis pela

formação da camada dentinária, na câmara pulpar. São grandes e colunares na porção cervical. São cuboidais na porção média da raiz. E o canal radicular apresenta odontoblastos achatados. Complementa-se como ressalta Trowbridge (2004) e Leonardo *et al.* (1978), que a polpa dental é constituída de tecido conjuntivo frouxo, ricamente vascularizada e possui vasos linfáticos, inervações, odontoblastos, fibroblastos, água e células do sistema imunológico.

Quanto aos tratamentos, esses devem ser de acordo com a condição de saúde dos pacientes, para que os atendimentos sejam assertivos e aplicados corretamente. Para tanto, “as intervenções mais utilizadas para dentes necrosados com ápice aberto, está a apicificação” (Sales *et al.*, 2022, p. 41). Os mesmos pesquisadores enfatizam que além dessas, outras são amplamente difundidas a medicação intracanal, como medicação intracanal e indução de coágulo, seguindo protocolos de descontaminação dos canais radiculares. Doravante, “o conceito e a prática da Revascularização não são concepções surgidas nos dias atuais” (Brait, 2024, p. 29) e Ostby (1961), pesquisava tecidos formados no canal radicular preenchido com coágulo sanguíneo, caracterizando-os como tecido de granulação ou fibrótico e, em alguns casos, como tecido ósseo ou cementário. Em 1966, Rule e Winter, registaram o desenvolvimento do ápice radicular e a formação de barreira em casos de necrose pulpar em dentes de crianças.

Brait (2024), em virtude dos fatos dialogados, surge o objetivo de se analisar possibilidades a partir do uso de células-tronco amplia um novo caminho para tratamento na regeneração pulpar, e essa descoberta se tornou um dos achados mais relevantes na atualidade para tais finalidades da utilização dessas células na prática odontológica e sua compreensão do que seja a Revascularização (Endodontia Regenerativa) introduzindo células tronco oriundas do periodonto apical.

### **3. METODOLOGIA**

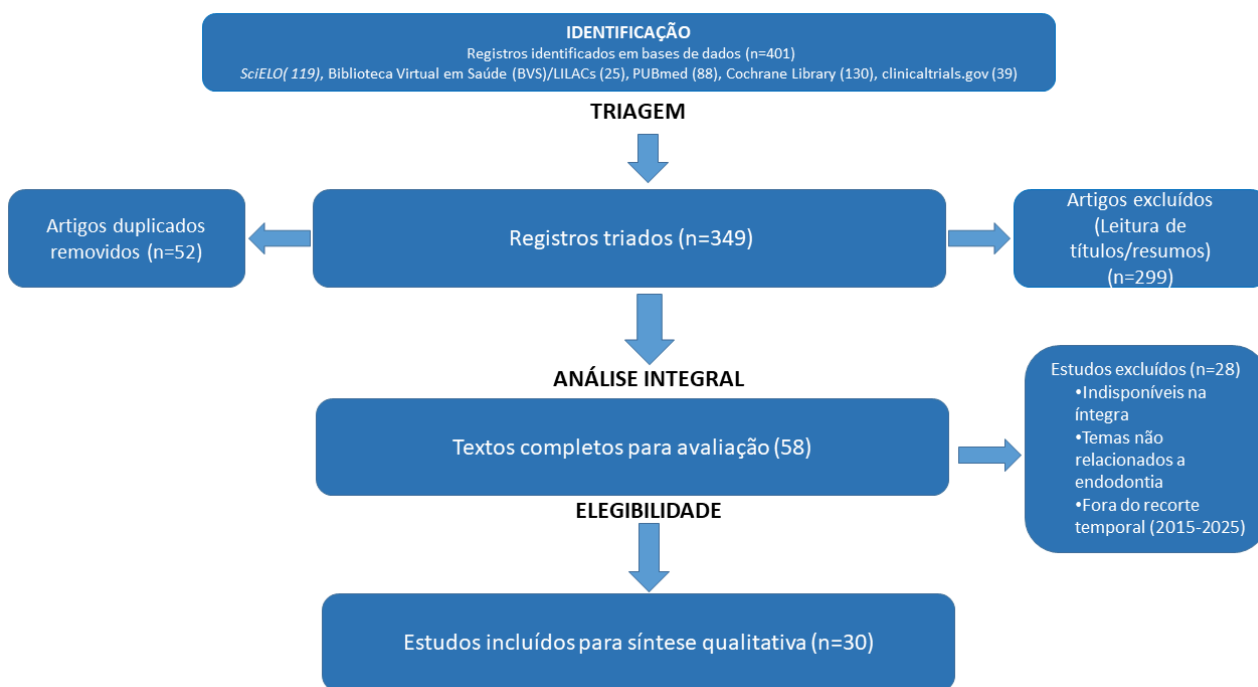
Este estudo trata-se de revisão de literatura, de abordagem exploratória e de natureza qualitativa. Para Gil (2008), a pesquisa exploratória proporciona maior familiaridade com o problema (explicitá-lo). Pode-se envolver levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado, e geralmente, assume a forma de pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Segundo Sampieri (2006), a abordagem qualitativa, dá profundidade aos dados, a dispersão, a riqueza interpretativa, a contextualização do ambiente, os detalhes e as experiências únicas. Também oferece um ponto de vista recente, natural e holístico dos fenômenos.

Como percurso metodológico, para levantamento bibliográfico, a síntese para construção do arcabouço teórico teve por base artigos relacionados ao tema central do trabalho proposto através de consultas em bases de dados acadêmicas e científicas de amplo acesso, como *SciELO*, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS)/LILACs, PUBmed, Cochrane Library e *clinicaltrials.gov*. Os descritores utilizados foram selecionados utilizando operadores booleanos “AND” para vincular termos principais associados (transplante, implantação, células-tronco, trauma pulpar e intervenções regenerativas). Além disso, o operador “OR” para incluir variações terminológicas que contemplassem estudos em outros idiomas (*Dental pulp regeneration* OR *regeneração pulpar*).

Os critérios de inclusão abrangeram: artigos publicados em periódicos revisados, estudos randomizados e ensaios clínicos com abordagem focados em terapias com células-tronco para regeneração pulpar e padronização de protocolos para investigação quanto à origem, fatores prevalentes e principais incidências para causas/consequências. Por outro lado, os critérios de exclusão compreenderam: publicações duplicadas e estudos que não fornecessem acesso ao texto completo.

A série histórica determinada, considerou publicações e documentos científicos elegíveis nos últimos dez anos 2015 a 2025 de acordo os critérios de inclusão e exclusão, perfazendo estudos em conformidade com o tema abordado. A partir da elegibilidade, os trabalhos comporão o universo para o tratamento de dados das informações mais relevantes voltadas para assuntos sobre células-tronco, ensaios clínicos, tratamentos e fatores patológicos conforme o fluxograma abaixo:

**Figura 1.** Descrição metodológica com base nos elementos de buscas para a pesquisa.



**Fonte:** elaborado pela autora (2026).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a seleção dos critérios de inclusão e exclusão e leituras sistemáticas dos manuscritos, foram eleitos 30 artigos, conforme a compatibilidade com a proposta de pesquisa e sua relevância, abrangendo informações que contemplam a ideia central deste trabalho, e serão apresentadas discussões e levantamentos dos dados.

Conforme definem Pinto (2020) e Wei *et al.* (2022) as patologias pulpares e perirradiculares podem ser causadas por múltiplos fatores como cárie, trauma ou anomalias dentárias. Estes autores apontam que o tratamento endodôntico convencional é utilizado na prática clínica para manejo doenças em dentes permanentes completamente desenvolvidos, enquanto que em dentes imaturos a técnica mais comum apicificação é mais comum em dentes permanentes e imaturos com necrose pulpar, ao fim, estes tratamentos têm por objetivo sanar a inflamação ou infecção. Por outro lado, Wei *et al.* (2022) afirmam que, embora sejam eficazes, tais procedimentos removem a polpa e parte do tecido dentinário enfraquecendo a resposta da dentina a funções de respostas imunológicas e proprioceptivas aumentando os riscos de reinfecção e fratura dentária. Terapias baseadas em engenharia de tecidos surgem para restaurar funções vitais da polpa, como imunovigilância,

sensibilidade e capacidade de reparo, melhorando a longevidade do elemento dental em comparação aos tratamentos convencionais (Ducret *et al.*, 2021). Neste sentido, a vitalidade e restaurar as funções biológicas se tornou o maior objetivo da endodontia contemporânea (Wei *et al.*, 2022).

De acordo com Nosrat *et al.* (2015), o tratamento endodôntico regenerativo é aplicado em dentes com polpas necróticas e ápices imaturos, sendo indispensável processos rigorosos de desinfecção quando comparados a tratamentos convencionais. O sucesso do tratamento de regeneração pulpar é dependente da superação de barreiras iniciais como a da desinfecção, sobrevivência e diferenciação das células-tronco, sendo este um desafio da terapia atual (Diogenes, *et al.*, 2016; Fouad, 2017). Neste contexto, Torabinejad *et al.* (2018) demonstram que a manutenção de 1 a 4 mm de polpa apical íntegra é um fator determinante para que ocorra a regeneração histológica real, pois esse tecido residual funciona como uma barreira biológica que impede a invasão de células osteogênicas no canal. Na engenharia de tecidos são utilizados andaimes (Scaffolds) para orientar a localização de células-tronco e regular a sua proliferação, diferenciação ou metabolismo celular, também podem ajudar na troca de gases e nutrientes, entre os mais utilizados destacam-se o coágulo sanguíneo e os concentrados de plaquetas autólogos (Wei *et al.*, 2022). Corroborando com as ideias dos autores supracitados, Yang *et al.* (2024) definem que os procedimentos endodônticos regenerativos (PERs) tratam-se de uma técnica de engenharia tecidual que consiste em combinar células-tronco, fatores de sinalização e Scaffolds na cavidade pulpar em um dente comprometidos com intuito de substituir tecidos danificados. Existem duas estratégias principais para regeneração, o transplante celular, que utiliza células-tronco exógenas e endógenos, do próprio hospedeiro para o reparo tecidual, sendo este último considerada mais viável para a prática clínica atual (Erasmus *et al.*, 2018). Tal técnica possibilita a regeneração das funções do complexo dentina-polpa, formação de novos vasos sanguíneos, nervos e o sistema de canais radiculares.

A literatura tem relatado diversos resultados clínicos bem-sucedidos após a aplicação de tratamentos endodônticos regenerativos (Brandão *et al.*, 2024). Embora a técnica seja amplamente associada a dentes imaturos, revisões indicam que dentes permanentes maduros com necrose pulpar também apresentam altas taxas de sucesso e ausência de sinais de infecção periapical (Mujawar *et al.*, 2025) A endodontia regenerativa promove a revitalização do dente, o restabelecimento do complexo polpa-dentina e aumenta a resistência a fraturas, consiste em três etapas consideradas cruciais: desinfecção do sistema de canais radiculares, indução ao sangramento e selamento do coágulo com um material biocompatível. O coágulo sanguíneo é rico em proteínas que possuem

fatores de crescimento derivados de plaquetas que podem ter ação de moléculas sinalizadoras, paralelamente, o uso de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) libera diferentes fatores angiogênicos e de crescimento das paredes dentinárias como o fator de crescimento transformador beta-1, fator de crescimento endotelial vascular, fator de crescimento derivado de plaquetas e fator de crescimento dos fibroblastos (Nosrat *et al.*, 2015). Além da desinfecção, a indução ao sangramento configura-se como uma etapa crucial. Segundo Chrepa *et al.* (2015), essa manobra clínica é eficaz pois promove o “influxo de células-tronco mesenquimais para o sistema de canais radiculares”, garantindo que as células necessárias para a regeneração estejam presentes mesmo em dentes com o desenvolvimento radicular completo. O coágulo sanguíneo, portanto, não é apenas um arcabouço físico, mas um transportador de potencial biológico.

Embora os protocolos atuais utilizem o EDTA para liberação de fatores essenciais, como TGF  $\beta$ 1 e o VEGF (Diogenes *et al.*, 2016, Wei *et al.*, 2022). Nosrat *et al.* (2015) apontam que a simples presença dessas moléculas pode não garantir a diferenciação odontoblástica. Apesar do sucesso clínico, o desafio consiste em garantir que o tecido neoformado seja polpa dental funcional e não um reparo fibroso ou cementoide, dependendo diretamente da sinalização adequada dos fatores de crescimento (Zhai *et al.*, 2019). Como observado no estudo citado, a ausência de células semelhantes a odontoblastos sugere que o tecido neoformado possui características mais próximas a um reparo fibroso de que uma regeneração pulpar histológica plena. Nosrat *et al.* (2015) ainda destacam que o sucesso da regeneração pulpar é frequentemente limitado pela toxicidade dos agentes de desinfecção, o NaOCl as pastas antibióticas, embora eficazes contra patógenos, exercem um efeito deletério sobre as SCAPs, reduzindo sua capacidade de adesão e sobrevivência nas paredes dentinárias. Este achado é corroborado pelo fato de que, mesmo em dentes despulpados não infectados, a regeneração plena não ocorreu, reforçando a hipótese de que os protocolos químicos atuais podem ser citotóxicos ao microambiente regenerativo. Diogenes *et al.* (2016) reforçam que o NaOCl utilizado em concentração de 6% desnatura os fatores de crescimento essenciais para a dentina resultando em efeitos residuais prejudiciais que alteram de forma significativa a adesão, a sobrevivência e potencial de diferenciação das células-tronco. A desinfecção rigorosa é o pilar do sucesso, porém, a escolha do irrigante é crítica, pois a eficiência clínica deve ser equilibrada com a manutenção do potencial de diferenciação das células-tronco (Bucchi *et al.*, 2017).

Embora os protocolos químicos possam ser citotóxicos, a literatura reforça o sucesso clínico da técnica. Atunes *et al.* (2016), afirmam que a revascularização pulpar é um tratamento eficaz para dentes permanentes imaturos com polpa necrótica, destacando que a maioria dos casos revisados

apresentou ausência de sintomatologia e evidência radiográfica de reparo ósseo. Paralelamente, Wei *et al.* (2022) citam que fatores de crescimento exógenos para fortalecer o crescimento autólogo, a exemplo de estrutura de colágeno carregadas com fator de crescimento derivado de plaquetas recombinante humana (rPDGF) responsáveis por promover a maturação radicular em dentes imaturos com necrose pulpar, os autores ainda citam ensaios clínicos com estrutura de hidrogel injetável impregnada com fator de crescimento de fibroblastos básico (bFGF) que apresentaram resultados satisfatórios promovendo a cicatrização apical e o desenvolvimento radicular contínuo em dentes com necrose pulpar. Estes dados reforçam os achados de Alfahadi *et al.* (2022), ao analisar o prognóstico de 23 pacientes, foi constatado 92,3% de resolução de sinais e sintomas, aumento da espessura das paredes e no comprimento da raiz, além do fechamento apical.

Segundo Oliveira e Santos (2025), os procedimentos endodônticos se relacionam diretamente com o controle e prevenção de infecções no sistema de canais radiculares, pois visam reduzir o número de microrganismos responsáveis por patologias periapicais e pulpares. Para tanto, as substâncias utilizadas na prática clínica endodôntica devem possuir características específicas como solubilidade em água, efeito antimicrobiano, atóxico aos tecidos perirradiculares, capacidade de penetração na dentina. Tais substâncias como hipoclorito de sódio (NaOCl), digluconato de clorexidina (CHX), além do EDTA amplamente utilizado na prática clínica possui pH neutro, com atuação quelante com capacidade de remoção de componentes inorgânicos da lama dentinária, reage com íons cálcio da dentina formando quelatos solúveis (Kontakiotis *et al.* 2025)

Ainda que seja amplamente utilizado na prática clínica endodôntica ação irrigante a EDTA, conforme apontam Oliveira e Santos (2025) pode alterar a proporção dos componentes orgânicos e inorgânicos, gerando alterações e degradando a matriz de colágeno, resultando em um substrato menos resistente e quebradiço, deixando os dentes tratados endodonticamente suscetíveis a fraturas na coroa ou raiz. Ainda conforme os mesmos autores, protocolos que utilizam a combinação de NaOCl e EDTA podem resultar em efeitos deletérios à estrutura dental, reduzindo significativamente a microdureza dentinária. Diogenes *et al.* (2016) indicam que é possível reverter os efeitos deletérios de ambas as substâncias, utilizando uma concentração de 1,5% de NaOCl e 17% de EDTA. Esta recomendação é validada pela revisão de Medeiros *et al.* (2025), que destaca que o sucesso do protocolo depende de uma desinfecção que preserve a viabilidade celular, citando as baixas concentrações de hipoclorito de sódio associado ao EDTA é a estratégia mais equilibrada para permitir a sobrevivência das células-tronco no sistema de canais.

A viabilidade de células-tronco da polpa dentária (CTPSCs) após o reimplante ou indução é condicionada pela biocompatibilidade dos materiais seladores utilizados. De acordo com Youssef *et al.* (2019), materiais como o Agregado de Trióxido Mineral (MTA) e o biodentine além de preservar a viabilidade celular estimulam a expressão gênica de marcadores odontogênicos e angiogênicos. O estudo destaca que o Biodentine, especificamente, apresenta uma capacidade superior de promover a proliferação celular e mineralização, fatores essenciais para que o tecido recém-formado se aproxime da estrutura biológica original.

Reforçando a ideia destes autores, os estudos de Pinto (2020) e Wei *et al.* (2022) citam que atualmente existem diferentes populações de células-tronco já identificadas no complexo bucomaxilofacial. Enquanto Wei *et al.* (2022) destacam células progenitoras periapicais inflamatórias (iPAPCs) e células-tronco da medula óssea (BMSCs) que podem ser induzidas a reproduzir linhagens de células semelhantes. Pinto destaca sete nichos, os dividindo em dois grupos principais, a saber: 1- relacionadas a polpa: englobam células-tronco da polpa dentária (DPSCs), células-tronco derivadas da polpa de dentes decíduos (SHED), células-tronco da papila apical (SCAPs) e células-tronco do germen dentário (TGPC); e 2- relacionadas ao periodonto: células-tronco do ligamento periodontal (PDLSCs), células-tronco do folículo dentário (DFPC) e células-tronco da gengiva (GMSC). DPSC, SHED e SCAP foram apontadas por Pinto (2020) como as mais tangíveis no que se refere a regeneração tecidual.

Yang *et al.* (2024) realizou uma revisão sistemática a fim de compreender sobre a estrutura de suporte para o crescimento das células-tronco neoformadas. Para tanto, os autores buscaram comparar estudos que utilizaram o coágulo sanguíneo com outros materiais. Além dos materiais utilizados para o selamento, a eficácia da terapia é dependente da estrutura física de suporte ou arcabouço (scaffold) que estrutura o desenvolvimento tecidual. Wei *et al.* (2022) e Yang *et al.* (2024) citam que o coágulo sanguíneo é método mais comum utilizado em protocolos, contudo o uso de arcabouços adicionais como Plasma Rico em Plaquetas (PRP) ou fibrina rica em plaquetas (PRF) (Santana, 2023), podem potencializar o prognóstico clínico. Contudo, o estudo de Wei *et al.* (2022) citam que o coágulo é de difícil obtenção, células hematopoiéticas que liberam enzimas intracelulares com características citotóxicas durante a morte celular que pode comprometer o microambiente de sobrevivência das células-tronco. Por outro lado, Yang *et al.* (2024) enfatizam que esses biomateriais atuam como reservatórios de fatores de crescimento que potencializam o sucesso da revascularização, porém, o coágulo sanguíneo ainda apresenta resultados satisfatórios no que diz respeito ao aumento da espessura radicular e fechamento apical.

Santos e Santos (2025) apontam que as terapias atuais buscam alternativas de tratamentos endodônticos periapicais e pulparem que visam a regeneração tecidual e terapias restauradoras. As autoras apontam aplicações clínicas envolvendo células-tronco da polpa dentária, podem ser retiradas de forma minimamente invasiva, podem ser adquiridas por extração de dentes decíduos ou doação de tecido após procedimento odontológico. Após a coleta, estas células são isoladas e cultivadas em tecidos circundantes em condições específicas para serem proliferadas. A viabilidade destas células foi demonstrada por Meza *et al.* (2019), que utilizaram células-tronco autólogas expandidas em laboratório para regenerar a polpa de um dente maduro com pulpite irreversível, obtendo sucesso clínico e radiográfico após um acompanhamento de três anos. Estudos clínicos pioneiros confirmam a segurança e eficácia do transplante autólogo de células-tronco da polpa dental mobilizadas, demonstrando resposta positiva a testes elétricos de vitalidade após 24 semanas (Nkashima *et al.*, 2017). Logo, os bancos de dentes são importantes para preservação e armazenamento destas células proporcionam a possibilidade de aplicações em pesquisas, fins terapêuticos como regeneração do tecido dentário, desenvolvimento de terapias de doenças sistêmicas e tratamento de danos nervosos, o armazenamento de células-tronco da polpa dentária permite que seus biomateriais sejam utilizados para tratar enfermidades futuras permitindo o indivíduo maiores chances de tratamentos (Santos e Santos, 2025, Heckmann, 2025). A convergência entre a ciência farmacológica e a bioengenharia, incluindo o uso de nanomateriais e liberação controlada de fatores de crescimento, representa a próxima geração de terapias para regeneração integral do complexo dentina-polpa (Ayd *et al.*, 2025).

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As evidências analisadas nesta revisão demonstram que o uso de células-tronco na regeneração pulpar não é apenas uma perspectiva futura, mas uma realidade clínica amplamente discutida na literatura, clinicamente eficaz, especialmente na rizogênese incompleta. Conclui-se que a técnica de revascularização pulpar permite a continuidade do desenvolvimento radicular, oferecendo uma vantagem biológica superior aos tratamentos convencionais. Entretanto, o sucesso do procedimento está intrinsecamente ligado à desinfecção eficaz do sistema de canais radiculares, que deve ser realizada de forma as células-tronco. Por fim, ressalta-se a necessidade de protocolos clínicos mais padronizados e estudos longitudinais para a endodontia regenerativa se consolide como padrão ouro no tratamento de necroses pulpares em elementos imaturos.

## REFERÊNCIAS

AYAD, Abdullah et al. **Next-Gen Dental Therapies: Bridging Bioengineering with Pharmacological Science**. [Preprint]. Preprints.org, 18 ago. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.20944/preprints202501.0996.v2>. Acesso em: 11 maio 2026.

ALFAHADI, Hadi Rajeh *et al.* Clinical and radiographic outcomes of regenerative endodontic treatment performed by endodontic postgraduate students: a retrospective study. **Restorative Dentistry & Endodontics**, v. 47, n. 2, 2022.

ANTUNES, Leonardo S. *et al.* The effectiveness of pulp revascularization in root formation of necrotic immature permanent teeth: A systematic review. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 74, n. 3, p. 161-169, 2016.

BRANDÃO, Maria Gabriela de Souza Andrade et al. Transplante de células-tronco e suas possibilidades na endodontia. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 4, p. 1026-1033, 2024.

BRAITT, Antônio Henrique. Células tronco e endodontia regenerativa. **Rev. Odontol. Araçatuba (Impr.)**, p. 27-32, 2024.

BUCCHI, Cristina et al. Terapia endodôntica regenerativa: uma revisão sistemática de protocolos clínicos. **Int J Clin Exp Med** , v. 10, n. 3, p. 2006-15, 2017.

CHREPA, V. *et al.* Administração de células-tronco mesenquimais apicais em canais radiculares de dentes maduros. **Journal of dental research** , v. 94, n. 12, p. 1653-1659, 2015.

CNN BRASIL. **Milhões de brasileiros vivem sem nenhum dente: entenda os impactos na saúde**. Por Simone Machado, colaboração para a CNN Brasil em 26/09/24 às 18:57. Atualizado 26/09/24 às 18:57. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/saude/milhoes-de-brasileiros-vivem-sem-nenhum-dente-entenda-impactos-na-saude/>>. Acesso em: 19 out. 2025.

CUNHA, Ana Cristina da. **Polpa dental: constituintes e respostas frente a agentes agressores**. 2010.(Monografia de especialização). Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte. 2010. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1843/BUOS-952PZT>. Acesso em 10 out. 2025.

DE DEUS Q.; Endodontia; 5ª edição, Rio de Janeiro-RJ; MEDSI;1992. SILVA, M.C.A.; DE MELO, M.A.N.; SALOMÃO, M.B.; Cimentos biocerâmicos na endodontia: Revisão de literature. **Rev Cathedra**, v. 2, n. 3, 2020.

DIOGENES, Anibal *et al.* Endodontia regenerativa: um caminho a seguir. **The Journal of the American Dental Association** , v. 147, n. 5, p. 372-380, 2016.

DUCRET, M. *et al.* Andaimos à base de fibrina para regeneração da polpa dentária: da biologia à nanoterapia. **Eur. Cells Mater**, v. 41, p. 1-14, 2021.

ERAMO, S. *et al.* Dental pulp regeneration via cell homing. **International endodontic journal**, v. 51, n. 4, p. 405-419, 2018.

FERNANDES, K.G.C.; BORTOLO, A.F.; PIMENTA, C.B.R.; MORETI, L.C.T.; BOER, N.C.P. Terapia endodôntica em dente permanente com morte pulpar e rizogênese incompleta: relato de caso clínico. **Arch Health Invest.** v. 5, n. 3, p. 126-133, 2016.

FOUAD, Ashraf F. Fatores microbianos e estratégias antimicrobianas na regeneração da polpa dentária. **Journal of endodontics**, v. 43, n. 9, p. S46-S50, 2017.

GAINES, Angélica Patricia *et al.* Doenças pulpares e periapicais com origem pulpar: sinais e sintomas, histopatologia, elementos diagnósticos, tratamento e expressão gênica: uma revisão integrativa. **Enciclopédia Biosfera**, v. 19, n. 41, 2022.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HECKMANN, Glauco Abe. Avanços recentes em biomateriais para implantes dentários. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 7, n. 2, p. 1010-1031, 2025.

HOLLAND, Graham Rex.; TORABINEJAD, Mahmoud. EMBRIOLOGIA DA POLPA DENTAL. *In:* HOLLAND, Graham Rex. **Endodontia.** 4a edição, 2010. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=sNR7AgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=sNR7AgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 15 out.2025.

KONTAKIOTIS, Evangelos G. *et al.* Regenerative endodontic therapy: a data analysis of clinical protocols. **Journal of endodontics**, v. 41, n. 2, p. 146-154, 2015.

LEONARDO, M.R.; LEAL, J.M.; ESBERARD, R.M. Tratamento de canais radiculares de dentes com rizogênese incompleta. Estudo clínico e radiográfico. **Ars Curandi Odont.**, v. 5, p. 29-34, 1978.

MUJAWAR, Asiya *et al.* Comparative outcomes and success rates of regenerative endodontics versus traditional root canal therapy: A systematic review and meta-analysis. **Journal of International Medical Research**, v. 53, n. 9, p. 03000605251379243, 2025.

MARTINS, Kelly Nanci Lima; GADELHA, Camila de Almeida Andrade; BRAITT, Antônio Henrique. REVASCULARIZAÇÃO PULPAR COM USO DE PRF E SELAMENTO CERVICAL COM CIMENTO BIOCERÂMICO EM DENTE COM RIZOGÊNESE INCOMPLETA E POLPA EM PROCESSO DE NECROSE. **ARACÊ**, v. 7, n. 4, p. 17418-17433, 2025.

MEDEIROS, L. R. S. *et al.* Protocolos de revascularização pulpar: uma revisão sistematizada. **Arquivo Brasileiro de Odontologia**, v. 21, n. 2, 2025.

MEZA, Gastón *et al.* Terapia celular personalizada para pulpíte utilizando células-tronco autólogas da polpa dentária e fibrina rica em plaquetas e leucócitos: um relato de caso. **Journal of Endodontics**, v. 45, n. 2, p. 144-149, 2019.

MOVIMENTO SAÚDE. **Brasil é o país com mais dentistas no mundo, cerca de 375 mil. Os desdentados somam mais de 16 milhões.** Publicado em 15/07/2022 às 16:38 por Editoria Movimento Saúde. Disponível em: <https://movimentosaude.com.br/noticias/2717/brasil-e-o-pais-com-mais-dentistas-no-mundo-cerca-de-375-mil-os-desdentados-somam-mais-de-16-milhoes>. Acesso em: 19 out. 2025.

NAKASHIMA, Misako *et al.* Regeneração pulpar por transplante de células-tronco da polpa dentária em pulpíte: um estudo clínico piloto. **Stem cell research & therapy**, v. 8, n. 1, p. 61, 2017.

NOSRAT, Ali *et al.* Histologic outcomes of uninfected human immature teeth treated with regenerative endodontics: 2 case reports. **Journal of Endodontics**, v. 41, n. 10, p. 1725-1729, 2015.

OSTBY, B.N. The role of the blood clot in endodontic Therapy: an experimental histological study. **Acta Odonto Scand.**, v. 19, p. 324-53, 1961.

OLIVEIRA, Marcella Menezes; SANTOS, Joyce Cardoso. INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO E EDTA NA MICRODUREZA DA DENTINA RADICULAR: REVISÃO DE LITERATURA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 11, n. 11, p. 9494-9509, 2025.

PINTO, Pedro Monteiro Marques Moreira. **Medicina Regenerativa: Potencial das células-tronco pulpares na regeneração de tecidos.** 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto (Portugal). Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/ccc74dc9889c8151d3f4dae2ea6e668d/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>. Acesso em: 02 maio. 2026.

RÍOS-OSORIO, Nestor *et al.* Resultados comparativos de concentrados de plaquetas e arcabouços de coágulos sanguíneos para procedimentos endodônticos regenerativos: uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados controlados. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 15, n. 3, p. e239, 2023.

RULE, D.C.; WINTER, G.B. Root growth and apical repair subsequent to pulpar necrosis in children. **Br Dent J**, v. 120, p. 586-590, 1966.

SALES, S.Q.; SILVA, L.F.M.; EVANGELISTA, I.R.S.; SANTANA, D.O.; BRAITT, A.H. Revascularização pulpar, uma nova opção na terapêutica endodôntica: revisão da literatura e caso clínico em paciente adulto. **Revista Odontológica de Araçatuba**, v. 43, n. 3, p. 09-72, 2022.

SAMPIERI, Roberto Hernández. **Metodologia de pesquisa.** 3. Ed. – São Paulo: McGraw-Hill, 2006. p. 624.

SANTANA, Laísa Ferreira. **Endodontia regenerativa em dentes permanentes necrosados com rizogênese incompleta: uma revisão de literatura.** SOBERANA – Faculdade de Saúde de Petrolina, Petrolina-PE:, 2023. 21f. Disponível em:

<https://repositorio.faculdadesoberana.com.br/wp-content/uploads/sites/15/2024/07/ENDODONTIA-REGENERATIVA-EM-DENTES-PERMANENTES-NECROSADOS-COM-RIZOGENESE-INCOMPLETA-UMA-REVISAO-DE-LITERATURA.pdf>. Acesso em: 02 maio. 2026.

SANTOS, Sabrina Souza; DOS SANTOS, Joyce Cardoso. POLPA DENTÁRIA COMO FONTE DE CÉLULAS TRONCO: PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO E REGENERAÇÃO DENTÁRIA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 11, p. 7415-7426, 2024.

SILVA, M.C.A.; DE MELO, M.A.N.; SALOMÃO, M.B. Cimentos biocerâmicos na endodontia: Revisão de literatura. **Rev Cathedra**, v. 2, n. 3, 2020.

TOLEDO, R.; BRITTO, M.L.B.; PALLOTTA, R.C.; NABESHIMA C. Hidróxido de Cálcio e Iodofórmio no tratamento endodôntico de dentes com Rizogênese Incompleta. **Int J Dent**. v. 1, n. 9, p. 28-37, 2010.

TORABINEJAD, Mahmoud *et al.* Effect of residual dental pulp tissue on regeneration of dentin-pulp complex: an in vivo investigation. **Journal of endodontics**, v. 44, n. 12, p. 1796-1801, 2018.

TROWBRIDGE, H.O. Pulp biology: progress during the past 25 years. **Aust Endod. J**, v. 29, n. 1, p. 5-12, 2004.

ZHAI, Qiming *et al.* Células-tronco dentárias e regeneração de tecido dentário. **Frontiers of medicine**, v. 13, n. 2, p. 152-159, 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **WHO highlights oral health neglect affecting nearly half of the world's population**. Geneva: WHO, 18 nov. 2022. Disponível em:<https://www.who.int/news/item/18-11-2022-who-highlights-oral-health-neglect-affecting-nearly-half-of-the-world-s-population>. Acesso em: 15 out. 2026.

WEI, Xi *et al.* Expert consensus on regenerative endodontic procedures. **International Journal of Oral Science**, v. 14, n. 1, p. 55, 2022.

YANG, Feng *et al.* Does the use of different scaffolds have an impact on the therapeutic efficacy of regenerative endodontic procedures? A systematic evaluation and meta-analysis. **BMC Oral Health**, v. 24, n. 1, p. 319, 2024.

YOUSSEF, Abdel-Rahman *et al.* Efeitos do agregado de trióxido mineral, hidróxido de cálcio, biodentina e Emdogain na osteogênese, odontogênese, angiogênese e viabilidade celular de células-tronco da polpa dentária. **BMC saúde oral**, v. 19, n. 1, p. 133, 2019.