



REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



ULBRA

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL

CURSO DE ODONTOLOGIA

CAMPUS CANOAS

REVASCULARIZAÇÃO PULPAR PELA TÉCNICA LIVRE EM CÉLULAS EM DENTES ANTERIORES PERMANENTES IMATUROS – REVISÃO INTEGRATIVA DE RELATOS DE CASOS CLÍNICOS

PULP REVASCULARIZATION USING THE CELL-FREE TECHNIQUE IN IMMATURE PERMANENT ANTERIOR TEETH - AN INTEGRATIVE REVIEW OF CLINICAL CASE REPORTS

REVASCULARIZACIÓN PULPAR POR LA TÉCNICA LIBRE EN CÉLULAS EN DIENTES ANTERIORES PERMANENTES INMADUROS – REVISIÓN INTEGRATIVA DE REPORTES DE CASOS CLÍNICOS

PUBLICADO: 9/2025

<https://doi.org/10.47820/recima21.v6i1.6817>

CANOAS-RS, 2025

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



KATIELE GODOIS DA SILVA

REVASCULARIZAÇÃO PULPAR PELA TÉCNICA LIVRE EM CÉLULAS EM DENTES ANTERIORES PERMANENTES IMATUROS – REVISÃO INTEGRATIVA DE RELATOS DE CASOS CLÍNICOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Odontologia da Universidade Luterana do Brasil, campus Canoas-RS como requisito para obtenção do título de Cirurgião Dentista sobre a Orientação da Profa. Ma. Juana Lacerda da Silva.

CANOAS-RS, 2025

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



TERMO DE APROVAÇÃO

KATIELE GODOIS DA SILVA

REVASCULARIZAÇÃO PULPAR PELA TÉCNICA LIVRE EM CÉLULAS EM DENTES ANTERIORES PERMANENTES IMATUROS – REVISÃO INTEGRATIVA DE RELATOS DE CASOS CLÍNICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Odontologia da Universidade Luterana do Brasil, cidade Canoas-RS, como requisito à obtenção do título de obtenção do grau de Cirurgião Dentista, pela seguinte banca examinadora: - Profa. Mestra Kathleen Sobieray Schneider. Orientadora – Profa. Mestra Juana Lacerda da Silva. Canoas, data 09/07/2025

Assinatura dos membros participantes da banca:

.....
Profa. Mestra Kathleen Sobieray Schneider

.....
Profa. Mestra Juana Lacerda da Silva
Orientadora

CANOAS-RS, 2025

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, à minha mãe e irmã, por estarem sempre ao meu lado, me fortalecendo, incentivando e ajudando a superar cada desafio enfrentado ao longo da trajetória acadêmica. Seu apoio foi essencial para que eu chegasse até aqui.

Ao meu namorado, Antônio, deixo meus mais sinceros agradecimentos. Obrigada por me inspirar diariamente a ser uma pessoa melhor e mais merecedora, por ouvir incansavelmente minhas apresentações do trabalho de conclusão e os relatos sobre cada paciente atendido ao longo da graduação. Obrigada por ter acolhido minhas lágrimas e comemorado comigo cada conquista.

À professora Juana Lacerda, sou imensamente grata pelos conhecimentos compartilhados, pela amizade, paciência e constante disponibilidade em contribuir para o meu crescimento acadêmico.

Agradeço também aos meus colegas de turma, pela parceria, troca de ideias e apoio durante todas as etapas deste trabalho e da vida acadêmica.



RESUMO

Dentes imaturos com necrose pulpar representam um desafio significativo para os cirurgiões-dentistas devido à fragilidade de suas paredes. Neste contexto, a revascularização pulpar apresenta-se como uma alternativa promissora para a preservação desses dentes a longo prazo. Contudo, a diversidade de técnicas, materiais e protocolos de medicação, aliada ao desconhecimento de muitos profissionais, contribui para sua limitada aplicação clínica. O objetivo deste estudo foi analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, casos clínicos de revascularização pulpar com terapia livre de células em dentes anteriores imaturos necrosados, identificando as práticas clínicas associadas aos maiores índices de sucesso. A busca foi realizada em janeiro de 2025, nas bases PubMed e BVS, com recorte temporal de cinco anos, utilizando a estratégia: ("Regenerative endodontic treatment" OR "revital" OR "endodontic regeneration" OR "regenerative endodontics" OR "pulp revascularization") AND ("immature" OR "open apex") AND "Case Report". Os 14 estudos selecionados evidenciaram taxa de sucesso clínico-radiográfico de 94,4%, apresentando desfechos como aumento do comprimento radicular, espessamento das paredes dentinárias, fechamento apical e regressão das lesões periapicais. Conclui-se que a revascularização pulpar com terapia livre de células é uma abordagem eficaz, conservadora e viável na prática clínica, mesmo diante da variação nos protocolos. Ressalta-se, contudo, a importância de um rigoroso controle de desinfecção e acompanhamento a longo prazo, visto que complicações tardias, como calcificações ou falhas, podem não ser evidentes em períodos curtos de observação. O estudo estimula novas pesquisas que comparem os resultados obtidos com dentes anteriores aos de casos envolvendo dentes posteriores.

PALAVRAS-CHAVE: Revascularização Pulpar. Dentes Imaturos. Dentes Anteriores. Necrose Pulpar. Terapia Livre de Células. Caso Clínico.

ABSTRACT

Immature teeth with pulp necrosis represent a significant challenge for dental practitioners due to the fragility of their walls. In this context, pulp revascularization emerges as a promising alternative for the long-term maintenance of these teeth. However, the diversity of techniques, materials, and medication protocols, combined with the lack of knowledge among many professionals, contributes to its limited clinical application. The objective of this study was to analyze, through an integrative literature review, clinical cases of cell-free pulp revascularization in necrotic immature anterior teeth, identifying clinical practices associated with the highest success rates. The search was conducted in January 2025 in the PubMed and BVS databases, with a five-year time frame, using the strategy: ("Regenerative endodontic treatment" OR "revital" OR "endodontic regeneration" OR "regenerative endodontics" OR "pulp revascularization") AND ("immature" OR "open apex") AND "Case Report". The 14 selected studies demonstrated a clinical and radiographic success rate of 94.4%, with outcomes such as increased root length, thickening of dentinal walls, apical closure, and regression of periapical lesions. It is concluded that cell-free pulp revascularization is an effective, conservative, and viable approach in clinical practice, even with protocol variations. However, the importance of strict disinfection control and long-term follow-up is emphasized, since late complications, such as calcifications or failures, may not be evident in short observation periods. This study encourages further research comparing results obtained in anterior teeth with cases involving posterior teeth.

KEYWORDS: Pulp revascularization. Immature teeth. Anterior teeth. Pulp necrosis. Cell-free therapy. case report.

RESUMEN

Los dientes inmaduros con necrosis pulpar representan un desafío significativo para los cirujanos dentistas debido a la fragilidad de sus paredes. En este contexto, la revascularización pulpar se presenta como una alternativa prometedora para la preservación de estos dientes a largo plazo. Sin embargo, la diversidad de técnicas, materiales y protocolos de medicación, junto con el desconocimiento de muchos profesionales, contribuye a su limitada aplicación clínica. El objetivo de



este estudio fue analizar, mediante una revisión integrativa de la literatura, casos clínicos de revascularización pulpar con terapia libre de células en dientes anteriores inmaduros necróticos, identificando las prácticas clínicas asociadas con los mayores índices de éxito. La búsqueda se realizó en enero de 2025, en las bases de datos PubMed y BVS, con un recorte temporal de cinco años, utilizando la estrategia: ("Regenerative endodontic treatment" OR "revital" OR "endodontic regeneration" OR "regenerative endodontics" OR "pulp revascularization") AND ("immature" OR "open apex") AND "Case Report". Los 14 estudios seleccionados evidenciaron una tasa de éxito clínico-radiográfico del 94,4%, presentando resultados como aumento de la longitud radicular, engrosamiento de las paredes dentinarias, cierre apical y regresión de las lesiones periapicales. Se concluye que la revascularización pulpar con terapia libre de células es un enfoque eficaz, conservador y viable en la práctica clínica, incluso ante la variación de protocolos. Sin embargo, se resalta la importancia de un riguroso control de desinfección y seguimiento a largo plazo, ya que complicaciones tardías, como calcificaciones o fracasos, pueden no ser evidentes en períodos cortos de observación. El estudio estimula nuevas investigaciones que comparen los resultados obtenidos en dientes anteriores con aquellos de casos que involucren dientes posteriores.

PALABRAS CLAVE: Revascularización pulpar. Dientes inmaduros. Dientes anteriores. Necrosis pulpar. Terapia libre de células. Caso clínico.



LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Estágios de desenvolvimento radicular de Cvek com indicações para tratamentos endodônticos.....	11
Figura 2 - Evolução de 12 meses do elemento 46 após revascularização pulpar.....	17
Figura 3 - Fluxograma de identificação do processo de seleção dos estudos.....	19
Figura 4 - Pino de fibra de vidro em dente revascularizado.....	32

TABELA

Tabela 1 - Características metodológicas dos estudos incluídos.....	20
--	----

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Proservação final.....	26
Gráfico 2 - Comparecimento de pacientes em consultas de acompanhamento.....	27
Gráfico 3 e 4 - Relação entre arcabouços e tampão cervical.....	30



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVASCULARIZAÇÃO PULPAR – <i>CELL HOMING</i>	11
2.1. Revascularização Pulpar – comparação protocolo AAE e SEE	14
2.1.1. Primeira consulta	14
2.1.2. Segunda consulta	15
2.1.3. Acompanhamento	16
2.1.4. Critérios de sucesso	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONSIDERAÇÕES	33
REFERÊNCIAS	34



1. INTRODUÇÃO

A formação radicular completa ocorre entre três e cinco anos após a erupção do dente na cavidade bucal. Nesse estágio, o dente permanente é denominado "imaturo", caracterizando-se por ápice aberto e paredes dentinárias frágeis, processo denominado rizogênese (1,2). O trauma a um dente imaturo ou a presença de uma cárie profunda, pode levar à necrose pulpar, parando o seu desenvolvimento (2).

Por muitos anos, o tratamento endodôntico utilizado foi a apicificação, que envolve a aplicação contínua e trocas periódicas de pasta de hidróxido de cálcio com o objetivo de criar uma barreira calcificada. Contudo, o uso prolongado desse material e as trocas frequentes enfraquecem a raiz devido às suas propriedades higroscópicas e proteolíticas, além de não promoverem o espessamento das paredes radiculares, limitando-se apenas ao fechamento do ápice, aumentando o risco de fraturas e contaminação do canal em longo prazo (3–5). Esse tratamento foi aprimorado com a técnica do plug apical de agregado trióxido mineral (MTA), o que reduziu o tempo de tratamento e promoveu uma cicatrização adequada, porém ainda não permitindo a maturação completa da raiz (6–8).

Nesse contexto, surgiram os procedimentos endodônticos regenerativos (PER), também conhecido como “revascularização” e “revitalização” pulpar (9), desde que o dente e o paciente atendam aos critérios de seleção, se torna atualmente o tratamento de escolha, pois possibilita não apenas a resolução da dor, inflamação e lesões periapicais, mas também a formação de um tecido imunocompetente dentro do canal radicular, capaz de reconstruir a estrutura biológica original promovendo o desenvolvimento contínuo da raiz (3–5,8).

Dois estratégias têm sido aplicadas nos PERs: *cell homing* e terapia baseada em células (10). Na terapia *cell homing*, a regeneração é alcançada por meio da promoção da formação de tecido a partir de células-tronco do próprio hospedeiro, também conhecida como terapia livre de células (CF: cell-free). A indução de sangramento por instrumentação além do ápice é comumente sugerida, além do uso de fatores de crescimento que promovem a quimiotaxia e a proliferação/diferenciação de células-tronco que potencialmente facilitam o sucesso clínico (11). Já a terapia baseada em células (CB: cell-based) envolve o transplante de células-tronco/progenitoras autólogas ou alogênicas (12), no contexto que apesar de promissora, a abordagem baseada em *cell homing* pode ter sua eficácia comprometida pela limitação na capacidade de migração celular, em indivíduos adultos. Fatores como o estado fisiológico do canal radicular, bem como a integridade funcional da bainha epitelial de Hertwig e da papila apical, tendem a apresentar variações consideráveis em relação aos pacientes mais jovens, refletindo em uma menor disponibilidade e funcionalidade das células-tronco circulantes (10).



Embora a técnica seja consolidada pela Associação Americana de Endodontia (AEE) (11) e pela sociedade Europeia de Endodontia (SEE) (13), devido à natureza empírica dos protocolos originais e aos rápidos avanços na pesquisa em endodontia regenerativa, a heterogeneidade dos protocolos pode causar confusão entre os profissionais, tornando necessária a explicitação das diretrizes e considerações sobre os PERs (9).

Diante da importância clínica da preservação da vitalidade pulpar, este estudo teve como objetivo analisar as melhores práticas, materiais e protocolos de medicação descritos em relatos de casos clínicos, por apresentarem menor complexidade e maior aplicabilidade na prática clínica diária (14), detalhando os PER com terapia livre de células. Além de avaliar a influência da idade do paciente e das condições iniciais do dente nos desfechos do tratamento.

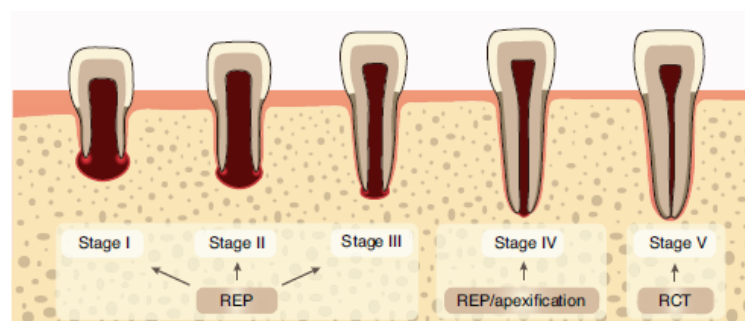
2. REVASCULARIZAÇÃO PULPAR – CELL HOMING

Desde o primeiro caso de PER bem-sucedido, publicado na literatura em 2001 (15), houve um aumento nos estudos do uso da técnica para tratamento de dentes permanentes imaturos com periodontite apical (8,15–20).

A Associação Americana de Endodontia (AAE) publicou a diretriz clínica sobre os procedimentos endodônticos regenerativos (PERs) em 2013, com atualizações realizadas em 2016, 2018 e 2021 (11). A declaração de posicionamento da Sociedade Europeia de Endodontia (SEE), publicada em 2016 (13), também fornece detalhes de procedimento semelhantes, porém com algumas diferenças quanto ao termo utilizado, escolha da medicação, formação do coágulo sanguíneo, colocação dos materiais de capeamento e critérios de sucesso. A AAE adotou o termo “procedimentos endodônticos regenerativos” (PER) (11) enquanto a SEE “revascularização pulpar” (13).

Como descrito por Cvek em 1992, o desenvolvimento radicular foi classificado em 5 estágios (fig. 1) (21). Os PERs têm sido recomendados como tratamento de primeira linha para dentes no estágio 1 (menos de 1/2 da formação radicular com ápice aberto), estágio 2 (1/2 da formação radicular com ápice aberto) e estágio 3 (2/3 do desenvolvimento radicular com ápice aberto) após o desenvolvimento de necrose pulpar. Para o desenvolvimento radicular atingindo o estágio 4, tanto a apexificação quanto os PERs são recomendados como modalidades de tratamento, desde que a espessura e a resistência das raízes sejam adequadas, enquanto o tratamento endodôntico convencional (TEC, ou em inglês “RCT”) é sugerido para dentes comprometidos no estágio 5 (9).

Figura 1. Estágios de desenvolvimento radicular de Cvek com indicações para tratamentos endodônticos



Fonte: Wei X. et al (9)



O sucesso biológico da revascularização depende da interação de três elementos fundamentais da engenharia tecidual: células-tronco, fatores de crescimento e um arcabouço tridimensional (3,8–10,13,14,19,22–27).

A obtenção das células troncos, pode ser explicada por diferentes teorias, estudos mostram que o sangramento induzido pode transportar células com marcadores típicos de células-tronco mesenquimais, embora a origem exata dessas nem sempre seja determinada. Uma delas sugere que células periodontais multipotentes, como células-tronco do ligamento periodontal (PDLSCs), células progenitoras inflamatórias periapicais (iPAPCs) e células-tronco da medula óssea (BMSCs), presentes na região periapical de dentes imaturos se diferenciam em fibroblastos e cementoblastos, promovendo o espessamento das paredes dentinárias e o fechamento apical (28). Outra hipótese propõe que células-tronco remanescentes do tecido pulpar, abundantes em dentes jovens, se aderem às paredes dentinárias, para gerar células semelhantes a odontoblastos e auxiliam no desenvolvimento radicular (28). Além disso, há uma possibilidade mais aceita da regeneração pulpar, onde as células-tronco da papila apical (SCAPs), devido à sua localização anatômica e alta capacidade proliferativa e odontogênica, podem permanecer viáveis mesmo durante o processo de necrose pulpar pela presença de circulação colateral, se expandem dentro do canal radicular ao serem transportadas para o seu interior (23).

Em somatória, já foi relatado que os remanescentes da bainha epitelial de Hertwig ou os restos epiteliais de Malassez são resistentes a infecções periapicais, podendo estimular diversas células tronco a formarem células semelhantes a odontoblastos (16). Temos também a dentina, que atua como um reservatório natural de fatores de crescimento, que podem ser liberados por meio da irrigação com EDTA e por estimulação química, como a ação do hidróxido de cálcio em solução aquosa (29). Esses fatores, são proteínas extracelulares secretadas que se ligam a receptores celulares e modulam a atividade celular. Favorecem o microambiente regenerativo, pois promovem a migração de células-tronco para o interior do canal, induzem a diferenciação em células do tipo odontoblasto e sua proliferação, para deposição de dentina terciária ou dentina tubular. Entre os fatores mais relevantes destacam-se o TGF- β 1, VEGF, PDGF, BMP-2, IGF e FGF (7,9,22). Ainda temos o MTA (*Mineral Trioxide Aggregate*), que por sua capacidade de vedamento e biocompatibilidade, pode induzir biomineralização e diferenciação odontogênica/osteogênica de células-tronco da polpa dental humana. No entanto, esse material apresenta algumas desvantagens, como tempo de presa longo, potencial de descoloração dentária, dificuldade de manuseio e custo elevado (2).

O coágulo sanguíneo, ou materiais como Plasma Rico em Plaquetas (PRP), Fibrina Rica em Plaquetas (PRF), hidrogel de matriz extracelular e Matriz de fibrina autóloga funcionam como arcabouço, ou seja, um suporte físico, para a migração e adesão celular, proporcionando a estrutura



necessária para formação de novo tecido (11,22). O coágulo sanguíneo gerado pela indução de sangramento periapical é o mais utilizado devido à sua simplicidade e custo reduzido, porém as principais dificuldades envolvem a formação inadequada do mesmo e suas propriedades, pois contém células que, eventualmente, morrem e liberam enzimas intracelulares tóxicas que podem ser potencialmente prejudiciais à sobrevivência das células-tronco. Já os demais materiais têm ganhado destaque por sua maior concentração de fatores de crescimento e capacidade de promover maior organização do tecido neoformado, sem a preocupação da falha da resposta hemorrágica (22).

Embora a regeneração completa do complexo polpa-dentina seja incomum, os PERs têm mostrado promover a continuidade do desenvolvimento radicular, fechamento apical e espessamento das paredes dentinárias, contribuindo para o fortalecimento estrutural do dente (8,9,22,30). Um estudo histológico realizado em cães, publicado em 2017, revelam que os tecidos formados após os PERs geralmente não correspondem a um tecido semelhante a polpa dentária original, mas sim a um tecido conjuntivo semelhante ao ligamento periodontal, contendo fibras colágenas, vasos sanguíneos e, quanto ao tecido mineralizado, também não se observou tecido semelhante a dentina, mas sim osso ectópico no interior do canal e cimento ao longo da raiz, indicando que os PERs podem promover reparo em vez de induzir verdadeira regeneração (20).

Por outro lado, um estudo histológico e imuno-histoquímico, publicado em 2018, avaliou dois dentes diagnosticados inicialmente com periodontite apical assintomática com lesão periapical, submetidos a PERs de sucesso, isto é, com resolução da doença e desenvolvimento radicular com fechamento apical, que foram extraídos por motivos ortodônticos e de impossibilidade de restauração, revelando que os tecidos formados no interior do canal variaram entre os casos. Em um, observou-se tecido conjuntivo fibroso bem-organizado com vasos sanguíneos, presença de células semelhantes a odontoblastos ao longo da parede de dentina tubular recém-formada, expressão positiva de marcadores dentinários e ósseos, indicando formação de tecido semelhante à dentina e ao osso/osteóide. Também foram identificadas fibras nervosas, vasos linfáticos, células de Schwann e células imunológicas, sugerindo regeneração parcial do complexo polpa-dentina com características funcionais. Por outro lado, o outro dente apresentou tecido conjuntivo inflamado e desorganizado, colonização bacteriana, formação predominante de tecido semelhante a osso, e ausência de regeneração neural, o que indica resposta reparativa com formação tecidual ectópica (19). Seguindo nessa linha, um estudo mais recente, publicado em 2023, histológico e imuno-histoquímico também identificou em um dente com desfecho de sucesso, inicialmente no estágio de desenvolvimento radicular 3 de Cvek, removido 28 meses após PER por fins ortodônticos, a formação de tecido semelhante à polpa dental, com organização celular em paliçada, típico dos odontoblastos, presença de pré-dentina e mineralização confirmada por colorações específicas.



A expressão dos marcadores DMP-1 e DSP nas células semelhantes a odontoblastos indica diferenciação odontogênica e atividade mineralizante, evidenciando o potencial da regeneração pulpar na reconstituição funcional do complexo dentino-pulpar (18).

Esses achados reforçam que, embora os PERs possam promover regeneração pulpar parcial, os resultados variam de acordo com fatores locais, como infecção, trauma e indução de sangramento (19). De uma perspectiva centrada no paciente, pode ser irrelevante se o tecido é realmente polpa ou não, desde que o comprimento e a espessura da raiz sejam aumentados por meio da aposição de tecido mineralizado e a saúde do osso alveolar seja mantida (13).

2.1. Revascularização Pulpar – comparação protocolo AAE e SEE (11,13)

Ambos os guidelines, AAE (2021) e SEE (2016), indicam a revitalização para dentes permanentes imaturos com necrose pulpar, independentemente da presença de lesão periapical. A AAE especifica que o dente não deve necessitar de um pino intrarradicular, pois isso comprometeria o espaço necessário para formação do novo tecido. Além disso, é essencial que o paciente esteja clinicamente apto (ASA I ou II) e sem alergia conhecida aos medicamentos e antibióticos utilizados. Já a SEE desaconselha o procedimento em casos de avulsão com reimplante imediato, devido ao potencial de revascularização natural. Contraindicações adicionais incluem impossibilidade de isolamento absoluto, necessidade de reabilitação com pino, ou perda extensa de estrutura coronária, além de condições sistêmicas graves (ASA III ou mais), nas quais terapias convencionais são preferíveis. Em ambos os protocolos, a obtenção de consentimento informado é obrigatória, devendo incluir explicações sobre o caráter inovador do tratamento, riscos como descoloração coronária, número de consultas, alternativas como a apexificação com MTA e a possibilidade de insucesso.

2.1.1. Primeira consulta

A primeira consulta no protocolo regenerativo visa a desinfecção química do canal radicular, minimizando a instrumentação mecânica para preservar a integridade das paredes dentinárias e o tecido periapical. O procedimento deve iniciar com anestesia local, geralmente lidocaína com epinefrina (1:100.000), indicada pela AAE para conforto do paciente, enquanto a SEE considera a anestesia opcional, dependendo da sensibilidade individual. Ambas as diretrizes exigem isolamento absoluto com lençol de borracha. A SEE também recomenda a desinfecção prévia do dente e do campo operatório, com agentes como iodopovidona, prática não mencionada pela AAE.

Após preparo do acesso, a remoção da polpa necrótica é realizada com instrumentos manuais, evitando alargamento das paredes para preservar o microambiente apical. A irrigação é realizada com hipoclorito de sódio (NaOCl) entre 1,5% e 3%, em volume de 20 mL por canal durante



5 minutos, utilizando agulha de ponta fechada e saída lateral (side-vented). A diferença principal entre os guidelines está na profundidade da irrigação: a AAE recomenda manter a ponta da agulha a 1 mm aquém do forame apical, enquanto a SEE sugere manter a ponta a 2 mm acima do tecido vital, o que pode ser auxiliado por microscopia operatória ou pela resposta do paciente. Outra diferença significativa é que a SEE recomenda irrigação adicional com 5 mL de soro fisiológico estéril após o NaOCl, visando reduzir a citotoxicidade residual sobre as células-tronco, enquanto a AAE não menciona irrigação com soro fisiológico nesse estágio.

Ambas as diretrizes orientam seguir com irrigação com EDTA a 17% (20 mL por canal durante 5 minutos), o qual atua como agente quelante, removendo a smear layer e expondo os túbulos dentinários e principalmente para o tratamento, favorece a liberação de fatores de crescimento da dentina e viabiliza a adesão celular no segundo momento do tratamento. A secagem do canal é feita com cones de papel esterilizados.

A medicação intracanal (MIC) é inserida até cerca de 2 mm aquém do ápice radiográfico, respeitando a imaturidade apical. A AAE permite o uso de hidróxido de cálcio ou pasta tripla antibiótica (TAP) em baixa concentração (1–5 mg/mL), composta por ciprofloxacina, metronidazol e minociclina em iguais proporções. Para evitar descoloração coronária associada à minociclina, recomenda-se vedar a câmara pulpar com adesivo dentinário e manter a pasta abaixo da junção cimento-esmalte. A inserção da MIC pode ser realizada com seringa de ponta romba ou lentulo. Já a SEE recomenda exclusivamente o uso de hidróxido de cálcio não descolorante, devido à citotoxicidade, risco de resistência bacteriana, e dificuldade de remoção da TAP. Em ambos os protocolos, o canal é selado com material restaurador provisório como Cavit™, IRM™ ou ionômero de vidro, e o paciente é agendado para reavaliação entre 1 e 4 semanas após a consulta.

2.1.2. Segunda consulta

A segunda consulta tem como objetivo a indução controlada de um coágulo sanguíneo dentro do canal radicular, que atuará como arcabouço para a regeneração tecidual. O tratamento é iniciado com anestesia local sem vasoconstritor, sendo mepivacaína 3% a substância recomendada por ambos os guidelines, para não inibir o sangramento apical. No entanto, a SEE ressalta que a ausência de vasoconstritor pode dificultar o controle da dor, e que essa escolha deve ser guiada pela experiência da primeira consulta quanto à colaboração e sensibilidade do paciente.

Ambas as diretrizes recomendam a remoção da restauração temporária e a desinfecção do canal. A irrigação deve ser feita com EDTA 17% (20mL por canal por 5 minutos), com agulha de ponta fechada e saídas laterais, colocada a 2 mm do tecido vital (SEE) ou 1 mm do ápice (AAE). Aqui, surge uma diferença importante: a SEE orienta uma irrigação final com 5mL de soro fisiológico



estéril, com o intuito de minimizar os efeitos deletérios do EDTA sobre as células-tronco do ápice. A AAE não menciona essa irrigação final com soro, encerrando a irrigação apenas com EDTA.

Após a secagem com cones de papel, procede-se à indução do sangramento. A AAE recomenda o uso de lima tipo K pré-curvada, inserida cerca de 2 mm além do forame apical, com movimento rotatório suave. A SEE sugere o uso de uma lima Hedström nº 40 também pré-curvada, inserida até que ocorra extravasamento de sangue. O canal deve ser preenchido com sangue até cerca de 2 a 3 mm abaixo da junção cimento-esmalte (JCE). O tempo de formação do coágulo pode variar entre 10 e 15 minutos, e deve permitir a acomodação de 2 a 4 mm de material restaurador.

Em ambas as diretrizes, sobre o coágulo pode-se posicionar uma matriz reabsorvível (como Collaplug™, Collatape™, Parasorb™ ou Hemocollagene™) para evitar o deslocamento do cimento de capeamento. Este cimento deve ser um material bioativo, como MTA branco, MTA modificado (com outro radiopacificante que não óxido de bismuto) ou cimento biocerâmico à base de silicato de cálcio (ex.: Biodentine®, EndoSequence®), aplicado com uma espátula até uma espessura de 2 a 4 mm, para promover estabilidade do arcabouço e manter níveis elevados de pH por longos períodos, facilitando assim o processo de reparo e proliferação tecidual. A AAE adverte quanto à possível descoloração causada pelo MTA, recomendando alternativas não pigmentadas em dentes anteriores. Sobre o cimento, aplica-se uma camada de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR) ou cimento de hidróxido de cálcio. A restauração definitiva é feita com resina composta, sendo indicado leve desgaste com broca diamantada ou jateamento com óxido de alumínio, conforme orientação da SEE, para garantir adesão e vedamento eficaz.

2.1.3. Acompanhamento

O acompanhamento clínico e radiográfico é fundamental para a avaliação do sucesso da terapia regenerativa. A AAE recomenda retornos aos 6, 12 e 24 meses, com controles anuais subsequentes, idealmente com CBCT, que oferece maior acurácia na visualização do ganho de estrutura. A SEE propõe retornos mais frequentes nos primeiros dois anos: 3 (quando indicado), 6, 12, 18 e 24 meses, e então anualmente por até 5 anos. Deve-se observar clinicamente a ausência de dor, fístulas, edema, mobilidade aumentada e descoloração. A resposta aos testes de sensibilidade pulpar é avaliada, embora não seja critério obrigatório de sucesso. Radiograficamente, são esperadas a regressão da lesão periapical, espessamento das paredes radiculares, aumento do comprimento da raiz e, idealmente, formação de novo ligamento periodontal ao longo das paredes internas do canal. Em casos com infecção persistente ou necessidade de reaplicação da MIC, a SEE recomenda controles adicionais. Além disso, durante tratamentos ortodônticos, os dentes regenerados devem ser monitorados cuidadosamente, devido ao risco aumentado de reabsorções.



2.1.4. Critérios de sucesso

Os critérios de sucesso para os procedimentos regenerativos são similares entre os guidelines, mas a SEE os apresenta de forma mais sistematizada. A AAE propõe três metas: a primária consiste na ausência de sinais e sintomas clínicos, como dor, fistula e inflamação, além da cura da lesão óssea periapical; a secundária refere-se ao aumento da espessura das paredes dentinárias e/ou alongamento da raiz; e a terciária corresponde à resposta positiva aos testes de sensibilidade, indicando possível revascularização funcional.

Por sua vez, a SEE descreve critérios mais amplos e específicos, que incluem: ausência de dor ou sinais clínicos de inflamação; cura radiográfica de lesão óssea preexistente; aumento da espessura e do comprimento radicular; ausência de reabsorção radicular externa progressiva; resposta positiva ao teste de sensibilidade (quando presente); aceitação estética por parte do paciente, sem descoloração coronária significativa; e detecção radiográfica de uma nova faixa de ligamento periodontal aderida à parede do canal radicular.

Ambos os guidelines reconhecem que o tecido formado dentro do canal nem sempre é polpa verdadeira. Estudos histológicos indicam que frequentemente se trata de tecido conjuntivo fibroso, osso ou cimento, caracterizando reparo, não regeneração (20). No entanto, do ponto de vista clínico, se a função do dente é mantida, com ausência de sintomas e melhora estrutural, o tratamento é considerado bem-sucedido.

Figura 2. Evolução de 12 meses do elemento 46 após revascularização pulpar



Fonte: Ramezani M. *et al* (31)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho, trata-se de uma revisão integrativa de relatos de casos clínicos sobre revascularização pulpar em dentes imaturos. A revisão integrativa é um método que sintetiza o conhecimento e permite a aplicação de resultados relevantes na prática. No campo da saúde,



destaca-se como uma ferramenta essencial para embasar a assistência em evidências científicas, reunindo e analisando pesquisas disponíveis sobre um determinado tema (32).

A busca foi realizada nas bases de dados online PubMed (*National Library of Medicine*) e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). A BVS abrange diversas bases de dados, incluindo a Bibliografia Brasileira de Odontologia (BBO), a *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), a Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), além de MEDLINE e Cochrane.

Para isso foram utilizados descritores em inglês e operadores booleanos AND e OR na seguinte estratégia: ("*Regenerative endodontic treatment*" OR "*revital*" OR "*endodontic regeneration*" OR "*regenerative endodontics*" OR "*pulp revascularization*") AND ("*immature*" OR "*open apex*") AND "*Case Report*".

Foram incluídos artigos em português, inglês e espanhol, publicados nos últimos cinco anos, que apresentassem relatos de casos clínicos de revascularização pulpar com terapia livre de células, em dentes anteriores necróticos, imaturos, com envolvimento periapical, abordando idade e sexo do paciente, dente trabalhado, diagnóstico e etiologia, técnicas utilizadas, os materiais empregados e o desfecho sobre o tratamento, caracterizando sucesso ou insucesso.

Foram excluídos da pesquisa revisões de literatura, monografias, teses, relatos de séries de casos, estudos randomizados, casos relatados de terapia baseada em células, dentes com reabsorções internas e externas, fraturas radiculares, dentes posteriores e casos de cirurgia parodontica.

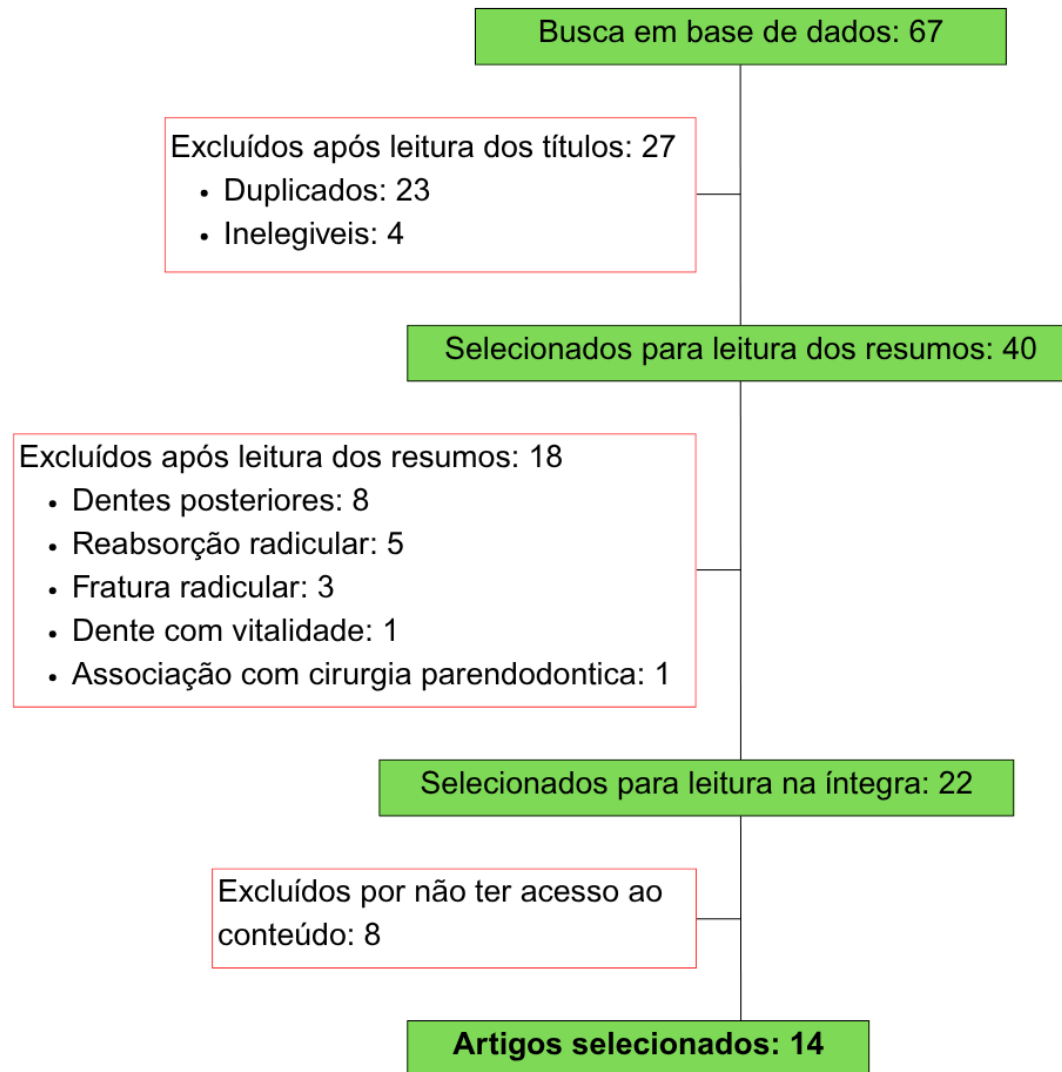
Após a seleção dos artigos, procedeu-se à leitura detalhada de cada estudo, da qual foram extraídos os seguintes dados: autor, ano de publicação, anamnese, diagnóstico inicial, etiologia, protocolos anestésicos empregados, protocolo de descontaminação, medicação intracanal, tipo de arcabouço utilizado, preservação, exames de imagem realizados e desfecho final do tratamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 apresenta as etapas do processo de triagem dos artigos, juntamente com a quantidade de publicações identificadas em cada fase. As informações obtidas a partir dos estudos incluídos estão organizadas na tabela 1.



Figura 3. Fluxograma de identificação do processo de seleção dos estudos



Fonte: A autora (2025)



Tabela 1 - Características metodológicas dos estudos incluídos

Autor e Ano	- Anamnese - Diagnóstico - Etiologia	Anestesia	Protocolo De Descontaminação	- MIC - Selamento - Duração	- Arcabouço - Tampão Cervical - Selamento	- Proservação - Exames De Imagem	Desfecho
Alencar Mn, Et Al. 2022 (33) Brasil	6 anos, F, ASA I, dente 21. Estágio 3. Abscesso Periapical crônico, pós 14 meses de Trauma.	1ª consulta - Prilocaína 3% c/ Felipressina 2ª consulta - Mepivacaína 3% s/ vasoconstritor	1ª consulta - 20mL NaOCl 1,5% por 5min. + 20mL EDTA 17% por 5min. 2ª consulta - 20mL EDTA 17% por 5min.	1ª consulta: - PHC (Ultracal XS) - Coltosol (Coleten-Whaledent) + resina composta - 30 Dias	2ª consulta: - CI: laceração 2mm além do ápice - lima K File #35 pré curvada em movimento rotatório. - 3 a 4mm MTA modificado (Repair HP) abaixo JCE. - CIV + Resina.	- 3 anos: 6 – 12 – 18 – 36 meses. - Rx periapical e CBCT.	6 meses: ASS, Redução lesão periapical, EPR, FAP. 18 meses: ASS e cura lesão periapical 3 anos: FLP, TSP +, ACR, EPR, FAP, S/ EC
Sakthivel Et Al. 2020 (34) India	14 anos, M, ASA 1, dente 21. Estágio 4. Periodontite apical assintomática com radiolucência periapical, pós 5 anos de Trauma.	1ª consulta: Lidocaína 2% com epinefrina 1:200.000 2ª consulta: Lidocaína 2% com epinefrina 1:200.000	1ª consulta: ICR lima H File #15 + 20mL NaOCl 0,5% por 5min + 20mL EDTA 17% por 5min. 2ª consulta: mesmo protocolo	1ª consulta: - PHC (Ultracal XS). - BAE + 3 a 4mm de CAVIT (3M ESPE) - 14 dias	2ª consulta: - CI (terço apical) + PRF autógeno + MC: laceração 2mm além do ápice - lima K File #80. - 3mm MTA 2mm abaixo da JCE. - CIVMR + resina.	- 2 anos: 2 semanas – 1 – 3 – 6 – 12 – 24 meses - Rx periapical.	1 mês: ASS 6 meses: Redução lesão periapical 2 anos: ASS, Redução da lesão periapical, TSP -, EPR, FAP
Zeid et al. 2022 (35) Arabi Saudita	Dente maduro 11 com fratura radicular horizontal e necrose pulpar → Não comentado. 11 anos, M, ASA 1, dente 21. Estágio 4. Periodontite apical assintomática com radiolucência periapical, pós 4 anos de trauma.	1ª consulta: Sem anestesia 2ª consulta: Sem anestesia	1ª consulta: soro fisiológico 2ª consulta: 20mL NaOCl 2,5%.	1ª consulta: - TAP 1:1:1 (metronidazol + ciprofloxacino + minociclina). - IRM - 7 dias	2ª consulta: - CI: laceração além do ápice - lima K File. - MTA (MTA, Dentsply Tulsa Dental, Johnson City, TN, EUA). - BAE + IRM por 7 dias. 3ª consulta: restauração c/ resina composta.	- 8 anos e 3 meses: 2 semanas – 3 – 6 – 12 – 16 – 20 – 24 – 30 meses. - Rx periapical e CBCT.	6 meses: ASS, Cura da lesão periapical, FAP. 30 meses: FLP, ACR, EPR, FAC. 8 anos e 3 meses: C, EC, FDP (terço médio)
Patra A et al. 2024 (36)	9 anos, M, ASA 1, dente 12, 11 e 21. Elementos 11 e 21 em estágio 3 e 12	Sem informações sobre anestésico utilizado	1ª consulta: 20mL NaOCl 3% + EDTA 17%	1ª consulta: - TAP (ciprofloxacino, minociclina e metronidazol	Dente 21: - Autotransplant e de polpa do elemento 53: Bochecho com	- 6 meses: 1 – 3 – 6 meses. - CBCT	- 1 mês: ASS + Cura lesão periapical em todos os dentes.



India	em estágio 1. Ambos os dentes com necrose pulpar e periodontite apical assintomática, com leve radiolucência periapical, pós 1 ano de trauma.		2ª consulta: sem informação	+ propileno glicol como veículo). - Cimento provisório - 4 semanas	clorexidina a 0,12% por 30 s. Optradam esfregado com iodo-povidona a 10% por 2 min, Remoção da polpa do 53 com lima farpada e inserido no elemento 21 com cones de guta percha. - BC (Biodentine) - Selamento com 3mm de CIV.		_____
					Dente 11: - PRF: até terço médio. - 3-4mm de BC (Biodentine®) - 3mm de CIV.		Dente 11: - 3 meses: FPD terço médio - 6 m.: FAC, EPR
					Dente 12: - CI: laceração 2mm além do ápice - K file #25 até JCE. - BC (Biodentine) abaixo da JCE - CIV.		Dente 12: - 6 meses: FPD terço médio, EPR FAP
Saeed Asgary et al. 2022 (37) Irã	7 anos, F, ASA 1, dente 11. Estágio 3. Periodontite apical sintomática com radiolucência periapical, por trauma oclusal em cúspide em garra.	1ª consulta: Sem anestesia, removido cúspide em garra 2ª consulta: Sem anestesia	1ª consulta: NaOCl por 5min. + soro fisiológico 2ª consulta: soro fisiológico	1ª consulta: - TAP modificada - BAE + CIV químico. - Sem informação sobre permanência	2ª consulta: - CI: laceração além do ápice - lima Hedstrom #40. - CEM (BioniqueDent, Teerã, Irã). - Resina composta.	- 24 meses: 7 dias – 24 meses: - Rx periapical e CBCT.	24 meses: ASS, Cura da lesão periapical TSP -, EPR, FAC, FPD (abaixo do CEM)
Ferreira et al. 2020 (38) Brasil	7 anos, F, ASA 1, dente 11 e 21. Ambos em estágio 3 e com abscesso apical agudo, pós 1 mês de trauma (intrusão).	1ª consulta: Mepivacaína 3% sem vasoconstritor 2ª consulta: Mepivacaína 3% sem vasoconstritor	1ª consulta: ICR lima #140 + NaOCl 2,5% + soro fisiológico + 5mL EDTA 17% por 4min. + 20mL soro 2ª consulta - 20mL soro fisiológico + NaOCl 2,5% + soro fisiológico + 5mL EDTA 17%	1ª consulta: - Gel clorexidina 2% - BAE + CIVMR (vitremer) - 7 dias 2ª consulta: - Dente 11: DAP + óxido de zinco (1:4)	3ª consulta: - CI: laceração aquém ápice - lima K file #80. - MTA branco (Angelus, Londrina, PR, Brasil) abaixo da JCE. - CIVMR (vitremer).	- 12 anos: 1 – 5 – 12 anos - Rx periapical e CBCT.	Ambos os dentes: 1 ano: ASS, Cura lesão periapical 5 anos: TSP +, ACR, EPR, FAC, FPD 12 anos: TSP -, FLP, C s/ EC



			por 4min. + 20mL soro fisiológico 3ª consulta: sem informação	- Dente 21: PHC (Biodinâmica) + gel de clorexidina a 2% + oxido de zinco (1:4) - CIVMR (vitremer) - 21 dias			Dente 11 – 12 anos invaginação tecidual
Sheik hneza mi, et al. 2022 (39)	7 anos, M, dente 21, ASA I. Estágio 2. Reimplante tardio (90 min). Revascularização inicial sem sucesso por falta de adesão ao tratamento. Retorno após 12 meses, com perda do selamento provisório e diagnóstico de abscesso apical agudo, sem lesão periapical. Protocolo de revascularização reaplicado.	1ª/3ª consulta: 1,8mL Lidocaína 2% com epinefrina 1:100.000 2ª/4ª consulta: 1,8mL Mepivacaína 3% sem vasoconstritor	1ª/ 3ª consulta: NaOCl 1,5% + 40mL soro fisiológico 2ª/ 4ª consulta: 40mL Soro fisiológico	3ª consulta: - PHC (Sina, Teerã, Irã). - CIV químico - 8 semanas	4ª consulta: - CI: laceração 2mm além do ápice - lima K file #30 - 4mm MTA (Angelus, Londrina, Brasil) abaixo da JCE - CIV químico por 1 semana. 5ª consulta: restauração definitiva com resina composta.	3 meses após 4ª consulta. Rx periapical.	3ª consulta (1 ano após PER - CI): ACR, EPR, FAP Selamento provisório ausente 3 meses após 4ª consulta: ASS, Cura lesão periapical, FLP, S/ EC, ACR, EPR, FAC
Asgar y S, 2024 (40)	7 anos, F, ASA 1, dente 21. Estágio 4. Abscesso apical crônico, pós 1 mês de trauma (fratura).	Sem informação	1ª consulta: sem informação 2ª consulta: NaOcl + Soro fisiológico + EDTA	1ª consulta: - TAP modificada (penicilina G, metronidazol e ciprofloxacino) - 1 mês	2ª consulta: - CI - CEM (BioniqueDent, Teerã, Irã) abaixo da JCE. - Restauração com pino de fibra e resina composta.	- 7 anos: 6 meses – 7 anos. Rx periapical	6 meses: ASS, Regressão lesão periapical 7 anos: Cura da lesão periapical, FLP, EPR, FAC, S/ EC
Nived hitha, et al. 2020 (41)	23 anos, M, ASA 1, dente 12. Estágio 4. Periodontite apical sintomática com radiolucência periapical, pós 14 anos trauma.	1ª consulta: sem informação 2ª consulta: Lidocaína 2% sem vasoconstritor	1ª consulta: 20mL NaOcl 1,5% e soro fisiológico. 2ª consulta: soro fisiológico e 10mL EDTA 17%	1ª consulta - PHC (RC Cal, Prime Dental Products, Índia). - Cimento de oxido de zinco e eugenol - 3 semanas	2ª consulta: - CI + Fator de crescimento concentrado (CGF): laceração 2mm além do ápice - lima K file #80 - 3mm MTA (Angelus, Brasil) abaixo JCE	- 12 meses - Rx periapical + CBCT	12 meses: ASS, Redução lesão periapical, EPR, FAP 12 meses: ASS, Redução lesão periapical, EPR, FAP
India	21 anos, M, ASA 1, dente 21. Estágio 2. Abscesso apical						



	crônico, pós 9 anos de trauma.				- Restauração com resina composta.		
Kolcu <i>et al.</i> 2023 (42) Turquia	16 anos, M, ASA 1, dente 22. Estágio 4. Periodontite apical assintomática com radiolucência periapical, pós 8 anos de trauma.	1ª consulta: sem informação 2ª consulta: Mepivacaína 3% sem vasoconstritor	1ª consulta: 20mL NaOCl 1,5% por 5min + 20mL soro fisiológico por 5min 2ª consulta: 30mL EDTA 17% por 10min.	1ª consulta: - TAP (Ciprofloxacino + Metronidazol + Cefaclor) em soro fisiológico. - BAE + CAVIT - 21 dias	2ª consulta: - CI + PRP-PES + PRF; laceração além do ápice - lima H-type file #25. PRP-PES misturado com PRF e inserido até JCE. - 3mm MTA modificado (Retro MTA, BioMTA) - Bolinha de algodão umedecida + CAVIT por 24h 3ª consulta: Restauração com resina composta.	- 5 anos: 1 – 6 – 24 – 36 – 48 – 60 meses - Rx periapical	1 mês: ASS, Cura lesão periapical 6 meses: EPR, FAC. 5 anos: ACR, EPR, s/ EC
Alsofi, <i>et al.</i> 2024 (43) Arábia Saudita	11 anos, M, ASA 1, dente 11. Estágio 3. Periodontite apical assintomática com radiolucência periapical, por falha em pulpotomia previamente iniciada por trauma.	1ª consulta: Lidocaína 2% com epinefrina 1:100.000 2ª consulta: Lidocaína 2% com epinefrina 1:100.000	1ª consulta: NaOCl 3% + ICR Reciprocante + NaOCl 3% ativado ultrassonicamente 2ª consulta: NaOCl 3% ativado ultrassonicamente + 2min EDTA 17% + NaOCl 3%	1ª consulta: - PHC (Metapex; Meta Biomed, Chungju, Coreia). - BAE + Cavit (3M) - 14 dias	2ª consulta: - CI: laceração além do ápice - lima K file #40. - 4mm MTA (ProRoot, Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK) + soro fisiológico abaixo da JCE. - Bolinha de algodão umedecida + restauração temporária por 7 dias. 3ª consulta: Restauração com resina composta.	- 1 mês - Rx periapical	1 mês: Falha - abscesso apical agudo Tratamento final: técnica modificada de irrigação-aspiração e especificação com tampão de MTA
Nosrat, <i>et al.</i> 2021 (44) Eua	18 anos, F, ASA 1, dente 21. Estágio 4. Abscesso apical crônico, por prévio tratamento endodôntico convencional com obturação	1ª consulta: 1,8ml Lidocaína 2% com epinefrina 1:80.000 2ª consulta: 1,8ml Lidocaína 2% com	1ª consulta: desobturação com limas Hedstrom + NaOCl 2,5% (CRT – 1mm) + sistema rotatório+ irrigação ultrassônica lima K nº 25	1ª consulta: - PHC em pó + soro fisiológico. - Selamento com IRM (óxido de zinco reforçado; Golchadent). - 14 dias	3ª consulta: - Membrana PRF - MTA modificado (Ortho MTA bioMTA, Daejeon, Coreia) abaixo da JCE.	2 anos: 6 – 24 meses - Rx periapical e CBCT.	6 meses: Redução lesão periapical, FAP 24 meses: ASS, Cura da lesão periapical, EPR, FAC, FPD (terço apical)



	inadequada, pós trauma.	epinefrina 1:80.000 3ª consulta: 1,7mL Mepivacaína 3% sem vasoconstritor	com NaOCl 2,5%. 2ª consulta - fistula persistente: ICR lima k #80 + irrigação ultrassônica passiva c/ NaOCl 2,5% 3ª consulta: 20mL EDTA 17% + Líquido PRF	2ª consulta: - DAP (500 mg/mL - 250 mg ciprofloxacina pó + 250 mg de metronidazol pó + 1mL soro fisiológico). - IRM (óxido de zinco reforçado; Golchadent). - 21 dias	- Bolinha de algodão umedecida + CIVMR por 1 semana. 4ª consulta: restauração definitiva com resina composta.		
Petel R, et al. 2021 (45) Índia	12 anos, M, ASA 1, dente 33. Estágio 1. Periodontite apical crônica com radiolucência periapical sem informação sobre etiologia.	Sem informações	1ª consulta: 10mL NaOCl 2,5% + 5mL soro fisiológico + 10mL Clorexidina 2%. 2ª consulta: 10mL NaOCl 2,5% + 5mL soro fisiológico	1ª consulta: - TAP (250 mg ciprofloxacina + 250 mg metronidazol + 250 mg minociclina + soro fisiológico). - IRM - 21 dias	2ª consulta: - CI - 4mm MTA cinza. - Bolinha de algodão umedecida + IRM por 2 semanas. 3ª consulta: restauração com resina composta.	- 13 anos: 6 – 16 meses 2 – 4 – 13 anos - Rx periapical.	3ª consulta (2 semanas): ASS, EC 6 meses: ausência de evolução rx. 16 meses: Cura lesão periapical 13 anos: FLP, EPR, s/ fechamento apical
Escobar, et al. 2021 (46) Peru	08 anos, F, ASA 1, dente 11. Estágio 3. Periodontite apical aguda por trauma.	Sem informações	1ª consulta: 20mL NaOCl 2,5% + 10mL Soro fisiológico + 10mL Clorexidina 2% 2ª consulta: sem informação	1ª consulta: - TAP (ciprofloxacina + metronidazol + minociclina + macrogol e propilenoglicol. - Pasta de eugenol + ionômero de vidro - 15 dias	2ª consulta: - CI: laceração 2mm além do ápice - lima K file #15 - MTA. - CIV e resina composta.	- 14 meses: 04 – 07 – 10 – 14 meses. - Rx periapical .	04 meses: ASS, EPR 07 meses: ACR, EPR, Cura lesão periapical 14 meses: ACR, EPR, FAC

Legenda:

NaOCl hipoclorito de sódio, EDTA Ácido etilenodiamino tetra-acético, ICR Instrumentação canal radicular, TAP pasta antibiótica tripla, DAP pasta antibiótica dupla, PHC pasta hidróxido de cálcio, MTA Agregado Trióxido Mineral (à base de silicato de cálcio + ox. bismuto), MTA modificado (sem oxido de bismuto), BC Biocerâmico, CEM cimento a base de mistura enriquecida de cálcio, BAE bolinha de algodão estéril, CIV cimento de ionômero de vidro, CIVMR cimento de ionômero de vidro modificado por resina, IRM cimento de óxido de Zinco e Eugenol, PRF Fibrina rica em plaquetas, PRP-PES solução de plasma rico em plaquetas/extrato plaquetário, CI Coágulo induzido, MC Matriz de colágeno, CGF fator de crescimento concentrado

ASS ausência sinais e sintomas, TSP+ Teste de sensibilidade pulpar positivo, TSP- Teste de sensibilidade pulpar negativo, FLP Formação de ligamento periodontal, ACR Aumento comprimento radicular, EPR Espessamento das paredes radiculares, FAP Fechamento apical parcial, FAC Fechamento apical completo, C Calcificação, EC Escurecimento coroa, FPD Formação de ponte de dentina, RX Radiografia periapical, CBCT tomografia computadorizada de feixe cônico.

Fonte: A autora (2025)



Foram avaliados 14 relatos de casos, publicados de 2020 a 2025, somando um total de 18 elementos dentários anteriores tratados, todos com necrose pulpar e envolvimento periodontal, os quais foram considerados abaixo como casos clínicos unitários. Dos quais, 94% apresentavam como etiologia inicial algum trauma (33–44,46), com exceção de um caso onde a etiologia não foi informada (45), em três relatos, algum tratamento prévio já havia sido realizado, sendo eles tratamento endodôntico convencional (44), pulpotomia (43) e revascularização pulpar (39), demonstrando que os PERs podem ser realizados em diversas condições, inclusive em dentes já iniciados e com falha anterior da mesma, conforme já afirmava uma revisão realizada em 2021 (44). Dos elementos dentários, 11,1% estavam em estágio 1 de desenvolvimento radicular segundo Cvek (21), 11,1% em estágio 2, 38,9% em estágio 3 e 38,9% em estágio 4. Em relação ao gênero e idade dos pacientes, foi encontrado uma prevalência de 66,7% do gênero masculino e uma alteração etária de 6 a 23 anos, com uma média de 12 anos.

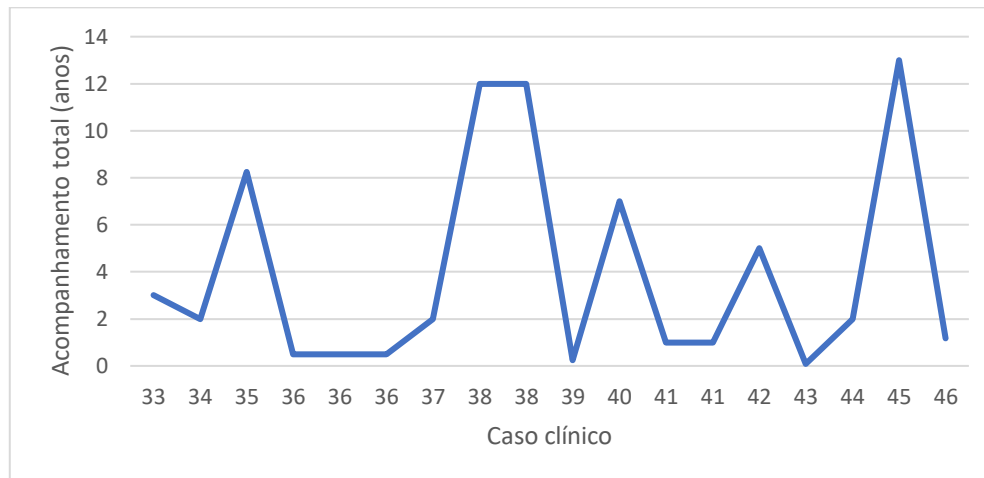
Embora a resposta à terapia regenerativa seja mais favorável em pacientes infantojuvenis, de 9 a 13 anos (47,48), os resultados também se mostraram promissores em jovens adultos e adultos com dentes imaturos. Observou-se nesse estudo 33,3% de pacientes com mais de 14 anos, onde todos obtiveram sucesso no tratamento. De acordo com um estudo realizado em 2016 sobre a influência da idade e do diâmetro apical no sucesso dos PERs e um estudo clínico de retratamentos com REP em pacientes de 25 a 46 anos, a regeneração pulpar pode ser realizada em qualquer faixa etária (48,49).

Conforme já relatado na literatura, os PERs apresentam uma alta taxa de sucesso, variando de 83,3% a 100% (9). Dentre os casos analisados, apenas um (43) evoluiu para falha, resultando em um abscesso apical agudo, caso este do gênero masculino, 11 anos, elemento 11 em estágio 3 de Cvek. Nessa situação, optou-se pela continuidade do tratamento com um protocolo modificado, envolvendo irrigação e aspiração associadas à apicificação com tampão de MTA. Segundo um consenso de especialistas sobre procedimentos endodônticos regenerativos, publicado em 2022 no *International Journal of Oral Science* (9), os principais fatores relacionados ao insucesso são o controle inadequado da infecção e a ocorrência de reabsorção radicular após o tratamento. O primeiro fator pode decorrer da limitação do preparo mecânico, da dificuldade de eliminação das bactérias intratubulares, da ausência de selamento coronário eficaz, da remoção incompleta de cárie ou da falha na restauração temporária. Já a reabsorção radicular inflamatória externa está comumente associada a traumas severos no periodonto. No caso em questão, o desenvolvimento do abscesso pode estar associado ao último irrigante ter sido o hipoclorito de sódio a 3%, uma vez a sua composição ser tóxica para desenvolvimento celular (29).

Outro dado importante sobre os casos relatados é a o tempo de preservação e comparecimentos em consultas periódicas, variando de 3 meses a 13 anos, com média de 4 anos, conforme gráfico 1 abaixo.



Gráfico 1. Proservação final



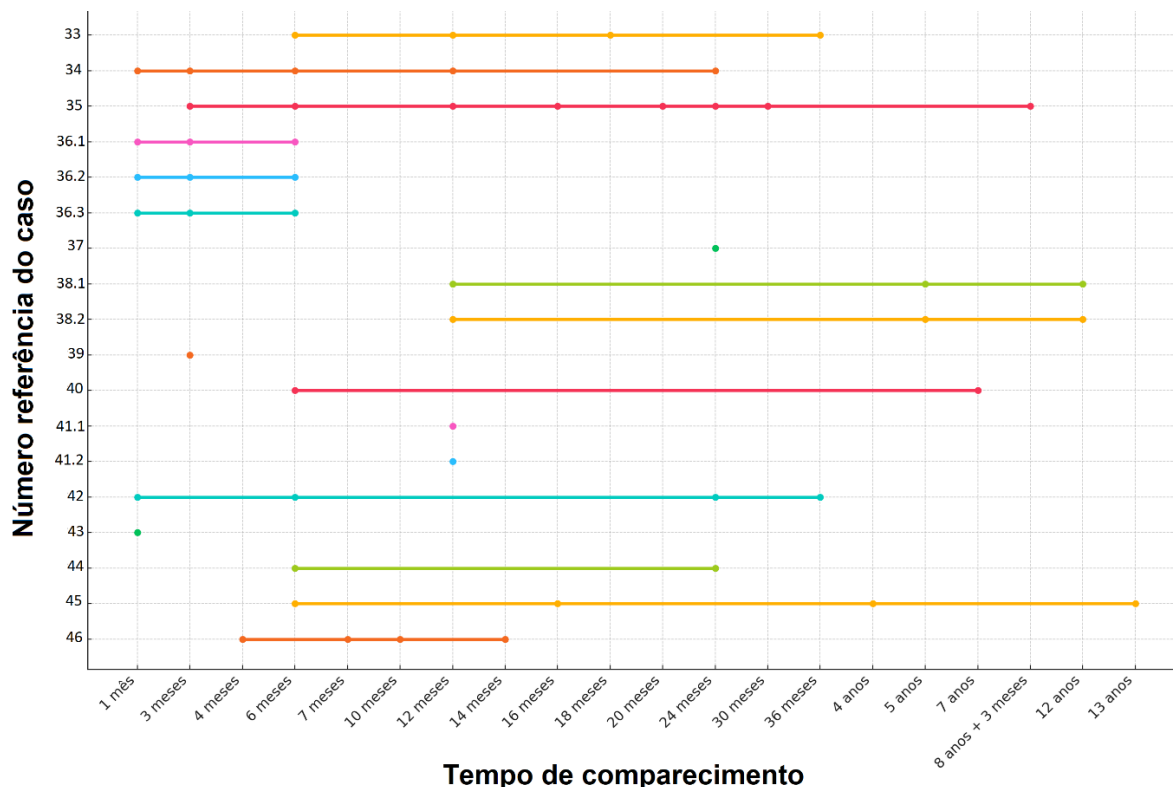
Fonte: A autora (2025)

De acordo com as diretrizes da AAE (11), os retornos recomendados são aos 6, 12 e 24 meses, com controles anuais subsequentes. Já a SEE (13) recomenda um protocolo mais intensivo nos primeiros dois anos, incluindo retornos aos 3, 6, 12, 18 e 24 meses, estendendo o acompanhamento anual até 5 anos. No presente estudo, apenas uma parte dos pacientes apresentou um cronograma de retornos que se aproxima dessas recomendações, conforme demonstra o gráfico 2. Os casos dos autores Sakthivel, Abu Zeid e Kolcu (34,35,42), por exemplo, tiveram acompanhamentos mais próximos do ideal, com múltiplas visitas nos primeiros dois anos e seguimento de longo prazo, incluindo retornos até 13 anos após o tratamento, como observado no caso (45).

Entretanto, uma parcela significativa dos pacientes (39,41,43) foi monitorada por períodos mais curtos, com apenas um ou dois retornos registrados. Isso representa uma limitação importante, uma vez que a ausência de seguimento completo compromete a avaliação da efetividade do procedimento a longo prazo. Além disso, o paciente de Asgary,(40) teve um acompanhamento pontual inicial (6 meses) seguido por uma lacuna prolongada de 7 anos, sem dados intermediários, o que dificulta a análise contínua da evolução do caso. Observa-se também uma carência de controle aos 3 meses em muitos casos, o que contraria a recomendação da SEE para detecção precoce de sinais de falha ou necessidade de nova intervenção, como a reaplicação da medicação intracanal (MIC). Inclusive, no caso relatado por Sheikhnezami (39), a falha do procedimento endodôntico regenerativo inicial, que levou à necessidade de nova intervenção, ocorreu porque a paciente retornou apenas 12 meses após a primeira indução do coágulo, com o selamento provisório perdido, visto que não compareceu à consulta agendada para a restauração definitiva.



Gráfico 2. Comparecimento de pacientes em consultas de acompanhamento



Fonte: A autora (2025)

A revisão do tratamento endodôntico utilizado nesses estudos mostrou que, inicialmente, todos os dentes imaturos foram tratados por um protocolo endodôntico semelhante. Alguns pacientes foram anestesiados com lidocaína a 2% com epinefrina (34,39,43,44), outro com Mepivacaína a 3% sem vasoconstritor (38), outro com Prilocaína 3% com felipressina (33) e ainda alguns foram atendidos sem utilização (35,37) ou sem informação sobre utilização de sal anestésico (36,40–42,45,46). Após a administração da solução anestésica local, foi colocado o dique de borracha, realizada a abertura coronária e determinado o comprimento de trabalho (33–46). Sobre o protocolo de irrigação empregado, temos a prevalência em 88,9% dos casos o uso de NaOCl em diferentes concentrações, seguindo ordem decrescente de utilização, a 1,5% (33,39,41,42), 2,5% (38,44–46), 3% (36,43), 0,5% (34) e sem porcentagem informada (37). Como segundo irrigante, em 38,9% dos casos o EDTA 17% também foi utilizado (33,34,36,38). Assim como preconizam os guidelines (11,13), em 55% dos casos, soro fisiológico foi utilizado com o propósito de neutralizar a toxicidade dos agentes irrigantes (35,37–39,41,42). Ainda em dois pacientes foi administrado Clorexidina gel a 2% após protocolo NaOCl 2,5% + Soro fisiológico (45,46) e ainda um caso não informou os irrigantes utilizados (40). Dos dezoito casos, cinco realizaram alguma instrumentação



do canal radicular (34,38,43,44), sendo destes, dois os quais algum tratamento prévio já havia sido realizado (43,44).

Em 83% dos casos o tratamento constou de duas consultas, apenas sendo necessário uma terceira em três casos. Um destes, pois após medicação intracanal, não houve remissão dos sintomas (44) e nos dois casos apresentados por Ferreira, em que ele optou por preencher os canais primeiramente com Gel de clorexidina a 2% por 7 dias, seguido do preenchimento com pasta dupla-antibiótica (DAP) em um paciente e em outro com pasta de hidróxido de cálcio (38). Como medicação intracanal inicial, 44% utilizaram Pasta de Hidróxido de cálcio (33,34,38,39,41,43,44), 39% Pasta Tri-antibiótica (TAP) (35,36,42,45,46), 11% TAP modificada (37,40) e 5% DAP (38), porém no caso relatado por Nosrat, foi necessário nova medicação com DAP para garantir remissão dos sinais e sintomas (44). A permanência da medicação variou de 7 a 60 dias, tendo como média 23 dias e os selamentos utilizados variaram de cimentos de ionômero de vidro, cimentos de ionômero de vidro modificado por resina, cimento a base de óxido de zinco e eugenol e cimento à base de óxido de zinco e resinas.

Conforme preconizado pelos guidelines, anestésicos sem vasoconstritor foram utilizados em 8 casos, com o objetivo de não inibir o sangramento apical (11,14). A mepivacaína 3% (33,38,39,42,44) foi a principal solução anestésica utilizada, seguida pela lidocaína 2% (41) sem vasoconstritor. Em dois casos, não foi utilizado qualquer anestésico local (35,37); em outros dois, empregou-se lidocaína 2% com vasoconstritor (34,43), sem que houvesse impedimento na indução do coágulo sanguíneo. Tal fato pode estar relacionado à idade dos pacientes (11 e 14 anos), uma faixa etária relacionada a intensa vascularização dos tecidos periapicais. Essa condição pode ter favorecido a indução do sangramento, mesmo com o uso de anestésico com vasoconstritor. No entanto, o uso desse tipo de anestésico não é recomendado, pois não há garantia de que o vasoconstritor não iniba o sangramento, especialmente em um momento crítico do protocolo, como a indução do coágulo, que é frequentemente apontada como um dos principais motivos de insucesso ou abandono do tratamento (22). Infelizmente, seis casos não informaram se houve ou não uso de anestésico (36,40,45,46).

Ainda com destaque, o material irrigador para remoção da medicação intracanal, mais utilizado foi o EDTA 17%, empregado em 9 casos (33,34,38,40–44), seguido pelo soro fisiológico, utilizado em 8 (37–41,45). Vale ressaltar também que 5 casos (33,34,42–44) utilizaram EDTA 17%, porém não utilizaram soro fisiológico como neutralizador. Em desacordo com as recomendações dos guidelines, 7 casos (34,35,38,40,43–45) fizeram uso de hipoclorito de sódio (NaOCl) em diferentes concentrações, variando de 0,5% a 3%. Um único caso (44) utilizou, adicionalmente, a porção líquida do PRF (fibrina rica em plaquetas) como irrigante. Nesse caso, a irrigação inicial foi feita com EDTA 17%, seguida por neutralização e irrigação com o PRF líquido, obtido por compressão da membrana de PRF, a qual foi utilizada como arcabouço. Esse material foi então



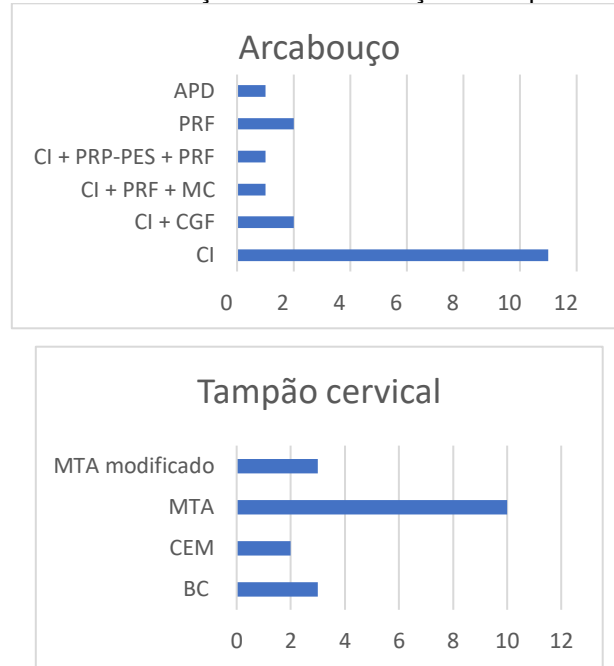
mantido no interior do canal, juntamente com a própria membrana. E ainda 4 casos (36,46) não informaram materiais utilizados como irrigantes.

Entre os arcabouços utilizados nos relatos de caso analisados, o coágulo sanguíneo foi o mais frequentemente empregado, aparecendo isoladamente em onze casos (33,35–40,43,45,46). Sua popularidade se deve à simplicidade de obtenção e ao baixo custo, além de estimular a migração de células-tronco da papila apical para o interior do canal. Em outros dois casos, a indução de coágulo foi combinada com o uso de matriz colágena ou derivados sanguíneos, como PRF e PRP (34,42), e em outros dois (41) utilizados CGF (fator de crescimento concentrado), materiais que agregam fatores de crescimento ao microambiente regenerativo. Dois casos utilizaram somente PRF como arcabouço (36,44). Destaca-se ainda o caso relatado por Patra *et al.* de 2024 (36), onde foi realizado o autotransplante de polpa do dente decíduo 53 para o 21. Após extração e preparo do incisivo permanente, a polpa do decíduo foi cuidadosamente introduzida no canal, sendo o caso acompanhado por cinco anos com bons resultados clínico-radiográficos. De maneira geral, todos os arcabouços utilizados demonstraram sucesso nos parâmetros avaliados, sendo as variações atribuídas mais à técnica do profissional e condição inicial do dente do que ao tipo específico de arcabouço, valores representados no gráfico 3.

Em relação aos materiais utilizados como tampão cervical, observou-se predomínio do MTA e suas variações. O MTA convencional foi utilizado em nove casos (34,35,38,41,43,45,46), sendo considerado padrão pela sua biocompatibilidade e selamento, porém frequentemente associado ao escurecimento dentário devido à presença de óxido de bismuto. Para minimizar esse efeito colateral, três relatos (33,42,44) optaram pelo uso de MTA modificado com óxido ou carbonato de zircônio, incluindo produtos como MTA Repair HP, OrthoMTA e RetroMTA, que mantêm as propriedades do MTA tradicional com menor risco de descoloração. Três relatos utilizaram cimentos biocerâmicos à base de silicato de cálcio, sendo o Biodentine® o utilizado (36), e dois casos utilizaram o cimento de mistura enriquecida com cálcio - CEM (37,40), um material com propriedades bioativas e baixa interferência estética, não disponível no Brasil. Todos os materiais utilizados apresentaram desempenho clínico e radiográfico satisfatório, com destaque para os biocerâmicos modernos e MTA modificados, que, além de excelente selamento e biocompatibilidade, apresentam vantagens estéticas importantes nos dentes anteriores, valores representados no gráfico 4 (50).



Gráfico 3 e 4. Relação entre arcabouços e tampão cervical



Legenda: *CI* coágulo induzido, *CGF* fatores de crescimento, *PRF* fibrina rico em plaquetas, *MC* matriz de colágeno, *PRP-PES* solução de plasma rico em plaquetas/extrato plaquetário, *APD* autotransplante de polpa decídua, *MTA* Agregado de Trióxido Mineral, *CEM* cimento a base de mistura enriquecida de cálcio, *BC* biocerâmico.

Fonte: A autora (2025)

Com relação aos desfechos clínico-radiográficos avaliados, observou-se que o espessamento das paredes radiculares (EPR) foi identificado em 94,4% dos casos (33–42,44–46), sendo ausente apenas no caso de falha (43). O aumento do comprimento radicular (ACR) foi registrado em 44,4% dos dentes tratados (33,35,36,38,39,42,46), indicando progressão da rizogênese mesmo em dentes com necrose pulpar. Já o fechamento apical completo (FAC) foi documentado em 55,6% dos casos (35–40,42,44,46), enquanto o fechamento parcial (FAP) foi observado como resultado do último acompanhamento em 33% (33,34,36,41), sendo que alguns relatos descreveram concomitantemente FAC e FAP em diferentes elementos ou momentos do acompanhamento. A formação de ligamento periodontal (FLP) foi referida em 38,8% dos casos (33,35,38–40,45), sendo considerada um indicativo adicional de sucesso biológico. Em relação à formação de ponte de dentina (FPD), foram documentados oito casos (35–38,44), sugerindo um potencial regenerativo mais avançado, possivelmente relacionado à presença e à manutenção de células-tronco viáveis. Como resultado do teste de sensibilidade, apenas 3 relataram resultados positivos (33,38), sendo dois destes (38), se tornando negativo no acompanhamento de 12 anos. Esses achados corroboram os critérios de sucesso estabelecidos pela AAE e SEE (11,14), segundo os quais a ausência de sinais e sintomas clínicos, associada à cicatrização da lesão periapical e ao

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



desenvolvimento radicular, é suficiente para caracterizar o tratamento como bem-sucedido, mesmo na ausência de resposta positiva ao teste de sensibilidade pulpar.

Considerando a importância dos exames de imagem para o acompanhamento do sucesso clínico (11,14), todos os casos analisados utilizaram radiografias periapicais. Além disso, em 11 casos (33,35–38,41,44), foi empregada também a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), considerada padrão-ouro por permitir uma análise tridimensional mais precisa das estruturas periapicais (9).

Como outras complicações reportadas na literatura pelos PERs, temos dor pós-tratamento, escurecimento da coroa e calcificação (9,17), dentre os relatos analisados, apenas 50% informaram se houve ou não escurecimento dentário, sendo que, desses, apenas dois casos apresentaram essa alteração (35,45). A evolução dos materiais tem contribuído para a redução da incidência de escurecimento, embora essa ainda seja considerada uma das principais consequências dos PERs (9). Nos casos que apresentaram descoloração, foi utilizada a pasta triantibiótica (TAP), a qual, apesar de seus benefícios antimicrobianos, está frequentemente associada ao escurecimento dentário, principalmente devido à presença da minociclina. Como alternativa, alguns relatos optaram pela pasta duplamente antibiótica (DAP), que exclui a minociclina, ou pela TAP modificada, na qual a minociclina é substituída pela penicilina G, um antibiótico de coloração branca. Além disso, enquanto a minociclina se mostrou ineficaz contra *Enterococcus faecalis*, a penicilina G demonstrou eficácia, sendo os resultados promissores dos casos clínicos um indicativo de que a TAP modificada pode contribuir para o sucesso do tratamento de dentes com grandes lesões endodônticas (37). A Sociedade Europeia de Endodontia (SEE) recomenda, no entanto, o uso exclusivo do hidróxido de cálcio como medicação intracanal, visando evitar complicações como descoloração coronária (14).

Ainda em relação ao escurecimento dentário, ambos os casos relataram o uso do MTA convencional, material que, devido à presença de óxido de bismuto em sua composição, também está associado a essa complicação estética (33). Os MTA modificados, surgiram para evitar o escurecimento com utilização de outros radiopacificantes como óxido de zircônio (MTA Repair HP da Angelus e OrthoMTA da BioMTA) e Carbonato de zircônio (RetroMTA da BioMTA). Como sua evolução temos os cimentos biocerâmicos novos no mercado, baseados em silicato de cálcio, que além de não possuírem óxido de bismuto, apresentam propriedades físico-químicas aprimoradas, como maior biocompatibilidade, menor tempo de presa e facilidade de inserção, tornando-os opções vantajosas (Biodentine da Septodont, Bio-C Repair / Sealer da Angelus, entre outros) (50).

Ressalta-se ainda um cuidado essencial para a prevenção do escurecimento dentário, a inserção do MTA em espessura mínima de 4 mm e posicionamento apical à junção cimento-esmalte (JCE). Sabe-se que o MTA, amplamente utilizado em endodontia devido à sua excelente biocompatibilidade, selamento e propriedades regenerativa, composto de óxidos de cálcio, silício e alumínio, que se combinam para formar compostos como silicato tricálcico, silicato dicálcico,



aluminato tricálcico e ferroaluminato tetracálcico, depende da presença de umidade para sua adequada presa, sendo essa fornecida, no contexto da revascularização, principalmente pelo sangue do coágulo induzido (26). No entanto, esse contato direto com o sangue pode favorecer a migração de pigmentos sanguíneos para a dentina coronária, contribuindo para a descoloração do dente. O correto posicionamento do material visa, portanto, minimizar esse risco, preservando a estética do elemento dental (8,9).

Em relação à calcificação, foram encontrados três casos reportados (35,38). Uma possível explicação para a baixa incidência de calcificação é o fato de esta ser, geralmente, um achado associado a longos períodos de acompanhamento clínico (17), como comprovação, os casos reportados foram acompanhados por mais de 8 anos.

Com relação à dor pós-operatória, os relatos não abordaram o assunto, mas vale destacar que, segundo o consenso de especialistas, a etiologia está relacionada à estimulação mecânica dos tecidos periapicais, ao efeito anestésico comprometido e à presença de infecção residual no interior do canal radicular ou à reinfecção do dente (9). As formas de prevenção incluem a manutenção precisa do comprimento de trabalho durante o tratamento, manipulação cuidadosa dos tecidos, utilização de anestésicos com boa permeabilidade para melhorar o controle da dor, isolamento absoluto do dente com uso de dique de borracha, irrigação abundante do canal e desinfecção adequada, além do selamento hermético da cavidade de acesso entre as sessões. Já o manejo da dor, quando presente, deve incluir drenagem adequada sempre que necessário, reavaliação da desinfecção do canal e, nos casos de dor persistente ou agravamento do quadro, considerar tratamentos alternativos como a apicificação ou até mesmo a exodontia (9).

Por fim, vale destacar ainda, que mesmo contra os guidelines preconizados, um caso de sucesso realizou a revascularização em um dente posteriormente restaurado com pino radicular em um acompanhamento de sucesso de 7 anos (40) – figura 3.

Figura 4. Pino de fibra de vidro em dente revascularizado



Fonte: Asgary S. (40)



5. CONSIDERAÇÕES

Com base nos dados analisados, conclui-se que a revascularização pulpar, baseada em terapia livre de células, demonstrou ser uma alternativa clínica viável e eficaz para o tratamento de dentes anteriores permanentes imaturos com necrose pulpar. Os 18 dentes analisados nesta revisão integrativa evidenciaram uma alta taxa de sucesso, com desfechos clínico-radiográficos favoráveis em 94,4% dos casos. Embora os protocolos adotados tenham sido variados, o sucesso dos tratamentos reforça a aplicabilidade da técnica na prática clínica, mesmo diante de variações em anestesia, irrigação, medicação intracanal, arcabouço e material de selamento.

Destaca-se, contudo, a importância da adoção de um protocolo rigoroso de desinfecção e de conduta clínica, com o objetivo de maximizar os resultados terapêuticos e minimizar a ocorrência de complicações. Ressalta-se, ainda, que a ausência de acompanhamento prolongado em parte dos relatos analisados constitui uma limitação significativa, uma vez que determinadas intercorrências, como calcificação e falhas tardias, podem manifestar-se apenas após longos períodos de observação.

Os Procedimentos Endodônticos Regenerativos consolidam-se como uma abordagem contemporânea, minimamente invasiva e baseada em princípios biológicos, ampliando as possibilidades de preservação de dentes jovens comprometidos e favorecendo, sempre que viável, a recuperação funcional e estrutural do tecido dentário.

A técnica, além de apresentar elevada taxa de sucesso, preserva a possibilidade de intervenções futuras, uma vez que os materiais utilizados podem ser removidos, permitindo, em casos de insucesso, a realização de outras modalidades de retratamento.

Deve-se considerar como limitação metodológica desta revisão integrativa o fato de sua base estar centrada em relatos de casos clínicos, os quais, apesar de elucidarem aspectos importantes da aplicabilidade e dos resultados clínicos da técnica de revascularização pulpar, representam um baixo nível de evidência científica (32). A heterogeneidade dos protocolos utilizados, a ausência de grupos controle e o reduzido número de participantes dificultam a extrapolação dos resultados e a formulação de diretrizes clínicas robustas. Assim, torna-se evidente a necessidade de novas pesquisas com delineamentos mais rigorosos, como ensaios clínicos randomizados (ECR) e revisões sistemáticas (RS), que possam fornecer dados mais consistentes, comparáveis e aplicáveis à prática clínica baseada em evidências.

Embora o presente estudo tenha se concentrado em dentes anteriores, a literatura aponta que a revascularização pulpar também tem demonstrado resultados promissores em dentes posteriores (51), o que abre espaço para novas investigações. Dessa forma, futuros estudos comparativos poderão avaliar a taxa de sucesso entre os resultados obtidos em dentes anteriores e posteriores, contribuindo para o refinamento das condutas clínicas em Endodontia Regenerativa.



REFERÊNCIAS

1. Grossman L. Endodontic practice. 8th ed. Lea & Febiger US, editor. Philadelphia: 1974; 1974. 435 p.
2. Lopes HP, Siqueira JF. ENDODONTIA BIOLOGIA E TÉCNICA. 4ª. Elsevier; 2015. 1455–1478 p.
3. ALBUQUERQUE MTP, NAGATA JY, SOARES A de J, ZAIA AA. Pulp revascularization: an alternative treatment to the apexification of immature teeth. RGO - Revista Gaúcha de Odontologia. 2014 Dec;62(4):401–10.
4. American Association of Endodontists. Guide to Clinical Endodontics [Internet]. 2013 [cited 2024 Nov 30]. Available from: <https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/guide-clinical-endodontics/>
5. Murray PE. Review of guidance for the selection of regenerative endodontics, apexogenesis, apexification, pulpotomy, and other endodontic treatments for immature permanent teeth. Vol. 56, International Endodontic Journal. John Wiley and Sons Inc; 2023. p. 188–99.
6. Silva MR da, Pereira LB. Revascularização pulpar: uma revisão narrativa da literatura. Research, Society and Development [Internet]. 2022 Dec 8;11(16):e280111638164. Available from: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/38164>
7. Friedlander LT, Cullinan MP, Love RM. Dental stem cells and their potential role in apexogenesis and apexification. Int Endod J. 2009 Nov;42(11):955–62.
8. Stefanidou M, Kostenkova A, Siudikienė J, Lodienė G. Evaluation of Outcomes in Immature Teeth After Revitalization or Apexification Procedures: A Systematic Review and Meta-Analysis. Cureus. 2024 May 15;
9. Wei X, Yang M, Yue L, Huang D, Zhou X, Wang X, et al. Expert consensus on regenerative endodontic procedures. Vol. 14, International Journal of Oral Science. Springer Nature; 2022.
10. Yan H, De Deus G, Kristoffersen IM, Wiig E, Reseland JE, Johnsen GF, et al. Regenerative Endodontics by Cell Homing: A Review of Recent Clinical trials. Vol. 49, Journal of Endodontics. Elsevier Inc.; 2023. p. 4–17.
11. AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. AAE Clinical Considerations for Regenerative Procedures. 2021 May 18 [cited 2024 Nov 30]; Available from: <https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2021/08/ClinicalConsiderationsApprovedByREC062921.pdf>
12. Lin LM, Huang GTJ, Sigurdsson A, Kahler B. Clinical cell-based versus cell-free regenerative endodontics: clarification of concept and term. Vol. 54, International Endodontic Journal. Blackwell Publishing Ltd; 2021. p. 887–901.
13. Galler KM. European Society of Endodontology position statement: Revitalization procedures. Vol. 49, International endodontic journal. 2016. p. 926–36.
14. Duncan HF, Kirkevang LL, Peters OA, El-Karim I, Krastl G, Del Fabbro M, et al. Treatment of pulpal and apical disease: The European Society of Endodontology (ESE) S3-level clinical practice guideline. Int Endod J. 2023 Oct 1;56(S3):238–95.
15. Iwaya S, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract. Dental Traumatology [Internet]. 2001 Feb 21;17(4):185–7. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1034/j.1600-9657.2001.017004185.x>



16. Safi L, Ravanshad S. Continued root formation of a pulpless permanent incisor following root canal treatment: a case report. *Int Endod J* [Internet]. 2005 Jul 7;38(7):489–93. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2591.2005.00966.x>
17. Chen MYH, Chen KL, Chen CA, Tayebaty F, Rosenberg PA, Lin LM. Responses of immature permanent teeth with infected necrotic pulp tissue and apical periodontitis/abscess to revascularization procedures. *Int Endod J*. 2012 Mar;45(3):294–305.
18. Claudia GG, Tania MP, Sara QG, Carolina LF, Paula BE. Clinical, Histological, and Molecular Perspective on Regenerating Nonvital Immature Teeth. *Contemp Clin Dent*. 2023;14(3):220–6.
19. Austah O, Joon R, Fath WM, Chrepa V, Diogenes A, Ezeldeen M, et al. Comprehensive Characterization of 2 Immature Teeth Treated with Regenerative Endodontic Procedures. *J Endod*. 2018 Dec 1;44(12):1802–11.
20. Zhou R, Wang Y, Chen Y, Chen S, Lyu H, Cai Z, et al. Radiographic, Histologic, and Biomechanical Evaluation of Combined Application of Platelet-rich Fibrin with Blood Clot in Regenerative Endodontics. *J Endod*. 2017 Dec 1;43(12):2034–40.
21. Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Dental Traumatology* [Internet]. 1992 Apr 27;8(2):45–55. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-9657.1992.tb00228.x>
22. Swaiat M, Faus-Matoses I, Zubizarreta-Macho Á, Ashkar I, Faus-Matoses V, Bellot-Arcís C, et al. Is Revascularization the Treatment of Choice for Traumatized Necrotic Immature Teeth? A Systematic Review and Meta-Analysis. Vol. 12, *Journal of Clinical Medicine*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023.
23. Gronthos S, Mankani M, Brahim J, Robey PG, Shi S. Postnatal human dental pulp stem cells (DPSCs) *in vitro* and *in vivo*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [Internet]. 2000 Dec 5;97(25):13625–30. Available from: <https://pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.240309797>
24. Albuquerque MTP, Valera MC, Nakashima M, Nör JE, Bottino MC. Tissue-engineering-based strategies for regenerative endodontics. Vol. 93, *Journal of Dental Research*. SAGE Publications Inc.; 2014. p. 1222–31.
25. Kahler B, Rossi-Fedele G, Chugal N, Lin LM. An Evidence-based Review of the Efficacy of Treatment Approaches for Immature Permanent Teeth with Pulp Necrosis. Vol. 43, *Journal of Endodontics*. Elsevier Inc.; 2017. p. 1052–7.
26. Araújo PR de S, Silva LB, Neto AP dos S, Almeida de Arruda JA, Álvares PR, Sobral APV, et al. Pulp Revascularization: A Literature Review. *Open Dent J*. 2017 Feb 10;10(1):48–56.
27. BANCHS F, TROPE M. Revascularization of Immature Permanent Teeth With Apical Periodontitis: New Treatment Protocol? *J Endod* [Internet]. 2004 Apr;30(4):196–200. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239905601203>
28. Saad AY. Calcium hydroxide and apexogenesis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* [Internet]. 1988 Oct;66(4):499–501. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0030422088902770>
29. Galler KM, Buchalla W, Hiller KA, Federlin M, Eidt A, Schiefersteiner M, et al. Influence of root canal disinfectants on growth factor release from dentin. *J Endod*. 2015 Mar 1;41(3):363–8.
30. Shah N, Logani A, Bhaskar U, Aggarwal V. Efficacy of Revascularization to Induce Apexification/Apexogenesis in Infected, Nonvital, Immature Teeth: A Pilot Clinical Study. *J Endod*. 2008;34(8):919–25.



31. Ramezani M, Sanaei-rad P, Hajihassani N. Revascularization and vital pulp therapy in immature molars with necrotic pulp and irreversible pulpitis: A case report with two-year follow-up. *Clin Case Rep*. 2020 Jan 1;8(1):206–10.
32. Tavares De Souza M, Dias Da Silva M, De Carvalho R. Revisão integrativa: o que é e como fazer Integrative review: what is it? How to do it? Vol. 8. 2010.
33. Alencar MN, Kowaltschuk TC, Kowalczyk A, Carneiro E, da Silva Neto UX, Ditzel Westphalen VP. Regenerative Endodontic Treatment of a Traumatized Immature Necrotic Permanent Incisor: A Case Report. *Iran Endod J [Internet]*. 2022;17(3):146–50. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/36704083>
34. S. Sakthivel, V. Gayathri, Subha Anirudhan, R. Jaya Shree Roja. Platelet-rich fibrin and collagen matrix for the regeneration of infected necrotic immature teeth. *J Clin Transl Res [Internet]*. 2020; Available from: <https://www.jctres.com/en/06.202001.001>
35. Abu Zeid ST, Edrees HY. Root fracture healing outcome after a revascularization procedure: an 8-year follow-up case report. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2022 Sep 1;46(5):88–93.
36. Patra A, Gupta S, Shrivastava R, Ayub S, Langhasa M. Cone-beam Computed Tomography Evaluation Timings of Closure of Open Apex by Using Deciduous Tooth Pulp Autotransplantation for the Regenerative Endodontic Treatment of Permanent Teeth with Pulp Necrosis. *Contemp Clin Dent*. 2024;15(4):279–84.
37. Asgary S, Parhizkar A, Samiei M. Management of an infected immature tooth with a talon cusp using regenerative endodontic treatment: A case report. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2022 Nov 1;46(6):45–9.
38. Maniglia-Ferreira C, Filho EDG, Gomes F de A, Reis SA, Pappen FG. 12-year follow-up of regenerative endodontic treatment of immature permanent upper incisors with acute abscess. *Braz Dent J*. 2020 Nov 1;31(6):680–4.
39. Sheikhezami M, Azarpazhooh A, Mokhber A, Shamsian K, Bagheri M, Jafarzadeh H. The Outcome of Endodontic Regeneration in a Delayed Replanted Immature Permanent Incisor: A TurboReg Analysis of a Case. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2022 Jul 13;46(3):183–7.
40. Asgary S. Long-Term Success of Regenerative Endodontic Treatment in Managing Traumatized Teeth: A Case Report With Seven-Year Follow-Up. *Cureus*. 2024 Mar 27;
41. Nivedhitha MS, Jacob B, Ranganath A. Concentrated Growth Factor: A Novel Platelet Concentrate for Revascularization of Immature Permanent Teeth - A Report of Two Cases. *Case Rep Dent*. 2020;2020.
42. Kolcu M, Yurdakul H, Belli S. Regenerative Endodontic Treatment of an Immature Incisor Tooth with a Novel Platelet-Rich Product: A Five-Year Follow-Up Case Report. *Niger J Clin Pract*. 2023 Sep 1;26(9):1388–92.
43. Alsofi L, Almarzouki S. Failed Regenerative Endodontic Case Treated by Modified Aspiration-irrigation Technique and Apexification. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2024;25(1):92–7.
44. Nosrat A, Bolhari B, Saber Tahan S, Dianat O, Dummer PMH. Revitalizing previously treated teeth with open apices: A case report and a literature review. Vol. 54, *International Endodontic Journal*. John Wiley and Sons Inc; 2021. p. 1782–93.
45. Petel R, Noy A. Regenerative endodontic treatment of an immature permanent canine-A case report of a 13-year follow-up. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. 2021 Jan 1;39(1):106–9.



46. Rivas Escobar P, Torres Ramos G, López Ramos RP. Revascularización en incisivo permanente joven no vital post traumatismo dental: Reporte de caso. *Revista de Odontopediatria Latinoamericana*. 2021 Jul 1;11(2).
47. Swaiat M, Faus-Matoses I, Zubizarreta-Macho Á, Ashkar I, Faus-Matoses V, Bellot-Arcís C, et al. Is Revascularization the Treatment of Choice for Traumatized Necrotic Immature Teeth? A Systematic Review and Meta-Analysis. Vol. 12, *Journal of Clinical Medicine*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023.
48. Estefan BS, El Batouty KM, Nagy MM, Diogenes A. Influence of Age and Apical Diameter on the Success of Endodontic Regeneration Procedures. *J Endod*. 2016 Nov 1;42(11):1620–5.
49. Cymerman JJ, Nosrat A. Regenerative Endodontic Treatment as a Biologically Based Approach for Non-Surgical Retreatment of Immature Teeth. *J Endod*. 2020 Jan 1;46(1):44–50.
50. Cornélio AL. Avaliação da citotoxicidade, genotoxicidade e bioatividade de cimentos experimentais a base de silicato de cálcio com diferentes radiopacificadores e dos cimentos biodentine e mta plus. [Internet]. Araraquara; 2015 Mar [cited 2025 May 31]. Available from: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/1776c37a-4d30-448e-8d05-63b1a0f5024e/content>
51. Feli M, Taheri A, Mehrabani M. Revascularization of a Previously Treated Mandibular First Molar with Open Apices: A Case Report. *Iran Endod J*. 2024 Mar 1;19(2):120–3.