

Considerações em torno da revascularização pulpar de interesse endodôntico

Considerations on pulp revascularization of endodontic interest

Recebido: 14/09/2024 | Revisado: 29/09/2024 | Aceitado: 01/10/2024 | Publicado: 03/10/2024

João Marcelo Ferreira de Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1270-5775>

Universidade Brasil, Brasil

E-mail: ferreiramedeiros@yahoo.com.br

Eduarda Rubio Cantelle

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5601-512X>

Universidade Brasil, Brasil

E-mail: ecantelle@icloud.com

Giovana Biondi Galhardo

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2512-8644>

Universidade Brasil, Brasil

E-mail: giih.bg@hotmail.com

Gelson de Oliveira Zanetti

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4303-551X>

Universidade Brasil, Brasil

E-mail: ogelson82@gmail.com

Thais Cordeschi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1058-1905>

Universidade Brasil, Brasil

E-mail: thaiscordechi@gmail.com

Caleb Shitsuka

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9813-0457>

Universidade Brasil, Brasil

E-mail: cashitsuka@gmail.com

Resumo

Dentes com rizogênese incompleta quando sofrem processo de mortificação pulpar ocorre interrupção da formação dentinária sendo crescimento radicular suspenso não havendo fechamento apical. O objetivo desta pesquisa foi valendo-se de revisão da literatura com bases de dados MEDELIN/Pubmed e Scopus avaliar publicações entre 2019 e 2024 cujos critérios selecionados foram tipo de casos clínicos e revisões sistemáticas comparando o diagnóstico, procedimentos, eficiência, benefícios da revascularização pulpar frente a utilização novas substâncias e metodologias em dentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar. Dois revisores incluíram 57 estudos segundo critérios de escolha pré-definidos sendo 28 publicações preencheram critérios de inclusão. A partir desta revisão a respeito da revascularização é lícito inferir que o hipoclorito de sódio em diferentes concentrações, gluconato de clorexidina, pasta antibiótica tríplice a exemplo da ciprofloxacina e o metronidazol, hidróxido de cálcio representam agentes promotores da desinfecção de canais radiculares. O uso do MTA conjugado com outros produtos, como PRP, PRF, hidróxido de cálcio e clorexidina gel, protocolo endodôntico regenerativo coágulo de sangue e o grupo coágulo sanguíneo + estrutura injetável ou estes isoladamente representam material que em contato com o coágulo sanguíneo promove espessamento das paredes dentinárias, alongamento das raízes e fechamento do ápice radicular. O estímulo de sangramento apical com limas constitui manobra essencial na formação de coágulo dentro do canal. Os tecidos recém-formados nos canais são fibrosos, cimento ou semelhantes a osso ao longo das paredes da dentina.

Palavras-chave: Endodontia regenerativa; Ápice dentário; Necrose da polpa dentária; Tratamento do canal radicular; Medicação.

Abstract

Teeth with incomplete apical formation undergo a process of pulp mortification, and dentin formation is interrupted, with suspended root growth and no apical closure. The objective of this research was to evaluate publications between 2019 and 2024, using a literature review with the MEDELIN/Pubmed and Scopus databases, whose selected criteria were the type of clinical cases and systematic reviews comparing the diagnosis, procedures, efficiency, and benefits of pulp revascularization compared to the use of new substances and methodologies in teeth with incomplete rhizogenesis and pulp necrosis. Two reviewers included 57 studies according to predefined selection criteria, with 28 publications meeting the inclusion criteria. From this review regarding revascularization, it is possible to infer that sodium hypochlorite in different concentrations, chlorhexidine gluconate, triple antibiotic paste such as ciprofloxacin and metronidazole, and calcium hydroxide represent agents that promote root canal disinfection. The use of MTA

combined with other products, such as PRP, PRF, calcium hydroxide and chlorhexidine gel, blood clot regenerative endodontic protocol and the blood clot + injectable structure group or these alone represent material that, in contact with the blood clot, promotes thickening of the dentin walls, elongation of the roots and closure of the root apex. Stimulating apical bleeding with files is an essential maneuver in the formation of a clot within the canal. The newly formed tissues in the canals are fibrous, cementum or similar to bone along the dentin walls.

Abstract: Regenerative endodontic; Tooth apex; Dental pulp necrosis; Root canal therapy; Drug administration.

1. Introdução

Quando dentes com rizogênese incompleta sofrem necrose pulpar, a formação dentinária cessa e o crescimento radicular interrompe-se e não ocorre fechamento do ápice, as raízes ficam curtas com paredes finas. Cotejaram eficácia e vantagens da revascularização pulpar frente a procedimentos de revascularização, em dentes imaturos e necrose pulpa em bases de dados MEDLINE/PubMed e Scopus em pesquisa de artigos entre 2008 a 2018 de 28 estudos que preencheram critérios de inclusão. Concluiu-se que hipoclorito de sódio em diferentes concentrações é o agente desinfetante mais usado nos casos de revascularização pulpar além do emprego da pasta triantibiótica e hidróxido de cálcio que potencializam o poder de desinfecção dos canais. Estimulação de sangramento do ápice com limas origina coágulo sanguíneo dentro do canal que associado ao agregado de trióxido mineral (MTA) substância esta que promove plugue produzindo barreira de proteção possibilitando espessamento das paredes dentinárias, alongamento das raízes e fechamento apical (Medeiros et al., 2019).

Metlerska et al. (2019) examinaram a eficácia da fibrina rica em plaquetas e plasma rico em plaquetas na endodontia regenerativa segundo pesquisa bibliográfica que incluiu publicações sem limite de ano sendo a última busca eletrônica realizada usando MEDLINE (PubMed), Cochrane e Scopus realizada em 31 de janeiro de 2018. Escolheram artigos que tratassem da questão de pesquisa: Uso de concentrados de plaquetas é válido na endodontia regenerativa? Em 26 estudos atenderam aos critérios de inclusão os quais 5 ensaios e os demais relatos de casos. Todos os casos descritos assintomáticos e só 3 casos não tiveram sucesso enquanto 10 dos relatos encontraram resultados positivos na vitalidade pulpar sendo que em ensaios os dentes tratados com concentrados de plaquetas obtiveram melhores resultados na vitalidade pulpar. Quase todos os casos mostraram espessamento, alongamento da parede radicular e fechamento apical essenciais no êxito no tratamento dos dentes. Métodos usando concentrados de plaquetas autólogos foram bem-sucedidos no tratamento de dentes permanentes com formação radicular.

Ulusoy et al. (2019) pesquisaram procedimentos endodônticos regenerativos (REPs) usando concentrados de plaquetas autólogos como suporte na melhora do resultado biológico do tratamento. Compararam atuação clínico-radiográfico de REPs usando plasma rico em plaquetas (PRP), fibrina rica em plaquetas (PRF), um pellet de plaquetas (PP) e coágulo de transferência induzido (BC) em 88 incisivos necróticos imaturos e idades entre 8 e 11 anos. Após desinfecção do canal, os dentes foram distribuídos em 1 dos seguintes grupos (n=22/grupo) segundo arcabouço usado: PRP, PRF, PP e BC. Nos grupos PRP, PRF e PP, introduziram concentrados de plaquetas no canal sem indução prévia de sangramento apical sendo resultados do tratamento avaliados usando sistema combinado de pontuação clínica e radiográfica, enquanto as alterações nas dimensões da raiz foram comparadas usando medidas lineares de comprimento e largura da raiz com ImageJ e Turboreg. Com exceção de 2 dentes nos grupos PRF e BC, todos dentes apresentaram pontuações de sucesso semelhantes e altas incluindo cicatrização periapical, desenvolvimento radicular radiográfico e resposta positiva aos testes de sensibilidade após tempo médio de acompanhamento de $28,25 \pm 1,2$ meses. Cerca de 73,9% de todos dentes apresentaram fechamento apical completo com taxas de fechamento semelhantes entre os grupos e maior tendência para fechamento apical em formato cônico do que em ápice rombudo. Embora as medidas lineares indicassem aumento semelhante no comprimento e largura da raiz entre todos os grupos, a RRA do grupo BC foi significativamente maior do que a dos grupos PRF e PP, e a RCA do grupo BC foi significativamente

maior do que PRP, PRF e PP quando o tempo de acompanhamento não foi usado como fator. Em 86% dos dentes exibiram resposta positiva aos testes de sensibilidade com tempos de resposta iniciais semelhantes. PRP, PRF e PP produzem resultados clínicos-radiográficos semelhantes ao BC sem necessidade de sangramento apical prévio e menor intenção à obliteração do canal radicular.

Almutairi et al. (2019) analisaram casos de falha no tratamento endodôntico regenerativo (RET) em termos de etiologia, diagnóstico, protocolos de tratamento, sinais de falha e intervenções endodônticas adicionais em pesquisas eletrônicas realizadas nas bases de dados PubMed, Web of Science e ProQuest Dissertations & Theses. As publicações *in vivo* em humanos relataram pelo menos um caso de erro de RET com falha bem definidos no estudo em caso que necessitasse de intervenção endodôntica adicional ou extração após conclusão do RET inicial incluindo 28 pesquisas com 67 casos de falha de RET. Cerca de 37 casos de falha do RET referiram a etiologia que resultou no início do RET sendo 59% desses casos causados por traumatismo dentário e 30% causados por *dens evaginatus*. Em 26 (39%) dos casos de falha no RET detectados pelo menos 2 anos após o início do RET. Um total de 53 (79%) de casos de falha no RET exibiram sinais ou sintomas de infecção constante sendo principal frequência em 79% dos casos de falha do RET e 39% dos casos de falha no RET identificados após mais de 2 anos de controle.

Mittal e Parashar (2019) compararam potencial regenerativo da estrutura natural fibrina rica em plaquetas (PRF) e estruturas artificiais como colágeno, placentex e quitosana em dentes incisivos superiores permanentes imaturos necróticos com ou sem lesão periapical. Realizaram acesso endodôntico e isolamento absoluto, desinfecção do canal usando instrumentação mínima, irrigação abundante e pasta antibiótica dupla como medicamento entre consultas por 4 semanas. Dividiram-se dentes em 4 grupos com base nos arcabouços usados no procedimento de revascularização: grupo I (PRF), grupo II (colágeno), grupo III (placentex) e grupo IV (quitosana). Avaliação clínicas foram feitas aos 3, 6 e 12 meses pós-procedimento comparando-as com os fatos iniciais sendo que pacientes permaneciam assintomáticos durante o período. Radiograficamente, todos os casos mostraram melhora em termos de cicatrização periapical, fechamento apical, alongamento radicular e espessamento da parede dentinária sendo que PRF e colágeno exibiram melhores resultados que placentex e quitosana em termos de cicatrização periapical, fechamento apical e espessamento da parede dentinária. O método de revascularização é mais eficaz e conservador do que a apicificação no manejo de dentes permanentes imaturos necróticos mostrando que PRF e colágeno são melhores arcabouços que placentex e a quitosana.

Nicoloso et al. (2019) avaliaram nesta revisão resultados clínico-radiográficos e funcionais de retenção de dentes permanentes necróticos imaturos tratados com revascularização pulpar ou apicificação após um mínimo de 3 meses e determinar qual deles fornece melhores resultados. A literatura examinada nas bases de dados PubMed/MEDLINE e Embase na seleção de estudos de tratamentos de revascularização pulpar e apicificação. Apenas 4 estudos foram selecionados para análise de texto completo. Após critérios de exclusão, 3 estudos permaneceram em análises quantitativas e qualitativas. Estimativas de efeito combinado foram obtidas comparando resultados clínico-radiográficos e taxas de retenção funcional entre apicificação e tratamento de revascularização pulpar. Todos os estudos de alta qualidade e a literatura sobre os resultados clínico-radiográficos e funcionais de retenção em dentes necróticos imaturos tratados com revascularização pulpar ou apicificação é limitada.

Ragab et al. (2019) pesquisaram efeito da fibrina rica em plaquetas (PRF) durante a revitalização de dentes anteriores permanentes imaturos necróticos após 6 meses e 1 ano de controle com seguintes protocolos. Grupo A: revitalização utilizando apenas suporte de coágulo sanguíneo e Grupo B: revitalização utilizando coágulo sanguíneo e PRF em 22 pacientes (7-12 anos de idade) com incisivos centrais superiores permanentes necróticos imaturos selecionados em 2 grupos. Realizou-se exames clínicos para detectar dor ou edema durante o período de controle. As radiografias padronizadas digitalmente quanto a alterações no comprimento da raiz, tamanho da radiolucência periapical, presença de pontes calcificadas apicais ou cervicais.

Após período de 12 meses, a maioria dos casos apresentou evidência radiográfica de cicatrização periapical e pontes calcificadas cervicais e/ou apicais não sendo mostradas diferenças significativas entre os 2 grupos. Concluíram que procedimentos de revitalização mostraram desenvolvimento contínuo de raízes em dentes necróticos. O uso do PRF não foi essencial no reparo, mas auxiliou durante os procedimentos. O controle da infecção foi a pedra angular do sucesso do tratamento. A ciprofloxacina e o metronidazol, além do hipoclorito de sódio foram bastante eficazes no controle da infecção, apesar em alguns casos tivesse período prolongado. O coágulo sanguíneo é essencial na criação de tecido vivo dentro dos canais vazios e estéreis. A fibrina rica em plaquetas foi útil no emprego controlado do MTA em nível desejado e ideal, com apenas uma leve pressão colocada no MTA durante inserção. O PRF pode não ser eficaz na revitalização de áreas necróticas em dentes imaturos. Embora clinicamente todos os casos tenham apresentado resolução de sinais e sintomas, os resultados radiográficos variaram muito. Com base em nossos exames clínicos e radiográficos, pode-se dizer com certeza que o espaço pulpar retornou a condição vital, independentemente do tipo de tecido formado. A cura do osso apical e a resolução dos sintomas, mesmo na ausência de crescimento radicular contínuo, foram de resultado oportuno e a sobrevida ou retenção do dente tratado foi uma medida aceita. A perda de dente permanente antes da conclusão do desenvolvimento do osso alveolar pode levar à atrofia da crista alveolar, comprometendo potencialmente a futura substituição do implante até a conclusão do desenvolvimento da crista alveolar. Os resultados do estudo atual sugerem que a PRF pode não ser essencial na revitalização de dentes anteriores permanentes imaturos necróticos.

Medeiros et al. (2020) confirmaram que a ocorrência de necrose pulpar em dentes imaturos produz interrupção do crescimento radicular comprometendo o fechamento apical ficando a raiz curta e com paredes finas e cessando a formação dentinária o crescimento da raiz é interrompido. O diagnóstico e tratamento desta condição representa desafio do especialista, pois, requer cuidado na identificação da doença e tratamento bem como protocolo clínico em cada caso. Assim valendo-se de revisão da literatura pertinente confrontaram eficácia e vantagens da revascularização pulpar diante de alternativas com outros materiais realizadas em dentes imaturos e necróticos em bases de dados MEDLINE/PubMed e Scopus investigados eletronicamente de artigos entre 2010 a 2018. Identificaram 40 estudos os quais preencheram critérios de inclusão. O uso do MTA conjugado com outros produtos, como PRP, PRF, Biodentine, CEM, CollaPlug, Pasta de Própolis, hidróxido de cálcio e clorexidine gel, o protocolo endodôntico regenerativo coágulo de sangue e o grupo coágulo sanguíneo + estrutura injetável ou estes isoladamente representam material de escolha que em contato com o coágulo sanguíneo promove espessamento das paredes dentinárias, alongamento das raízes e fechamento do ápice radicular.

El Sheshtawy et al. (2020) averiguaram resultados do plasma rico em plaquetas como suporte na endodontia regenerativa/revitalização (RET) valendo-se de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e radiografias bidimensionais em 26 pacientes saudáveis, idade média de $12,66 \pm 4,47$ anos e dentes anteriores permanentes imaturos necróticos inseridos em 2 grupos, onde o RET foi realizado usando plasma rico em plaquetas (PRP, grupo teste) e coágulo sanguíneo (BLC, grupo de controle). Alterações no comprimento radicular (RL), espessura dentinária radicular (RDT), largura do forame apical (AFW) e área radicular radiográfica (RRA) foram avaliadas usando ambos métodos radiográficos, enquanto alterações no diâmetro da área periapical (DAP) foram avaliadas por meio de TCFC, durante 12 meses. Concluíram resultados clínico-radiográficos bem-sucedidos e comparáveis das técnicas RET usando PRP e BLC. A avaliação radiográfica bidimensional foi tão eficaz quanto a TCFC na avaliação dos resultados do RET, portanto, uso rotineiro de TCFC no RET não é aconselhado.

Panda et al. (2020) valendo-se de meta-análise analisaram eficácia dos concentrados de plaquetas autólogos (APCs) em relação com regeneração tradicional de coágulos sanguíneos no tratamento de dentes permanentes jovens, imaturos e necróticos em bases de dados digitais MEDLINE, SCOPUS, CENTRAL, Web of Science e EMBASE pesquisadas na identificação de 10 ensaios clínicos. Os resultados no controle pós-operatório, como espessura da parede dentinária (DWT),

aumento no comprimento radicular (RL), formação de barreira calcificada (CB), fechamento apical (AC), resposta de vitalidade (VR) e taxa de sucesso (SR), foram submetidos à síntese qualitativa e à meta-análise quantitativa. A meta-análise mostrou que as APCs melhoraram o fechamento apical e resposta aos testes de vitalidade pulpar e nenhum efeito foi observado no alongamento radicular, na espessura da parede dentinária ou na taxa de sucesso de dentes imaturos e necróticos tratados. APCs são úteis no tratamento de dentes jovens imaturos, necróticos e permanentes, com melhor fechamento apical e resposta a testes de vitalidade.

Ong et al. (2020) pesquisaram evidências sobre terapia endodôntica regenerativa (RET) em meta-análise sobre taxas de sobrevida e cicatrização de dentes permanentes imaturos necróticos tratados com RET sobre avaliação quantitativa da formação radicular desses dentes em pesquisas eletrônicas nas bases de dados Web of Science, PubMed, CINAHL e Cochrane Library. Análises do método foram feitas nos resultados clínicos, ou seja, sobrevida, cicatrização e desenvolvimento radicular. Taxas combinadas de sobrevida e cura foram de 97,3% e 93,0%, respectivamente. Taxas combinadas de alongamento radicular, espessamento radicular e fechamento apical foram 77,3%, 90,6% e 79,1%, respectivamente. O RET com altas taxas de sobrevida e cura, boa taxa de formação radicular foi imprevisível clinicamente após formação radicular.

Pereira et al. (2020) relataram que revascularização pulpar é tratamento eficaz em dentes necróticos imaturos. O hidróxido de cálcio é usado na revascularização pulpar como medicação intracanal graças à ação antimicrobiana, não descolora a coroa e citotoxicidade das células-tronco da papila apical. Investigaram sucesso clínico e alterações radiográficas quantitativas do desenvolvimento radicular em dentes traumatizados imaturos usando hidróxido de cálcio mais gel de clorexidina a 2% como medicação intracanal em 16 pacientes tratados com protocolo padronizado. O hidróxido de cálcio e gel de clorexidina a 2% manipulados em proporção de 1:1 e inseridos nos canais radiculares e controle clínico-radiográficos entre 9 a 36 meses. As medidas radiográficas do comprimento da raiz, largura da raiz, diâmetro apical e posicionamento do MTA a partir do ápice foram quantificadas usando o software ImageJ. Cerca de 15 dentes sobreviveram durante o período de controle (93,75%) com sucesso clínico. Apesar das mudanças parecerem pequenas em muitos casos foram observados aumentos significativos no comprimento médio da raiz (14,28%), largura da raiz (8,12%) e diminuição no diâmetro apical (48,37%). Concluíram que revascularização pulpar em dentes imaturos traumatizados tratados com hidróxido de cálcio mais gel de clorexidina 2% como medicação intracanal teve altas taxas de sucesso e sobrevida mostrando cicatrização periodontal e resolução de sinais e sintomas.

Báez et al. (2022) examinaram a previsibilidade das terapias endodônticas regenerativas com pastas antibióticas e hidróxido de cálcio, relacionadas a 4 variáveis: espessamento da parede dentinária radicular, fechamento apical, reparo apical e alongamento radicular em buscas eletrônicas Pubmed - MEDLINE, Scopus e Lilacs-BVS utilizando termos de busca apropriados, Mesh (Medical Subject Headings), DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) em artigos publicados entre 2009 e 2020. Cerca de 32 originais indexados foram incluídos artigos perfazendo um total de 758 procedimentos endodônticos regenerativos. O espessamento da parede dentinária esteve presente em 66% (IC95: 58%-73%) dos casos tratados com pasta antibiótica, enquanto utilizado hidróxido de cálcio percentual de 53% (IC95: 26%-78%), foi obtido. Quando utilizada pasta antibiótica o fechamento apical foi encontrado em 66% (IC95: 58%-73%) dos procedimentos endodônticos regenerativos enquanto quando utilizado hidróxido de cálcio, 88% (IC95: 80%-93%) dos casos atingiram o fechamento apical. O alongamento radicular e reparo apical foram satisfatórios para ambos os protocolos de desinfecção. Concluíram que houve diferenças entre os 2 tratamentos, pois, encontrou maior taxa de espessamento da parede dentinária radicular com o uso de pastas antibióticas enquanto uma maior porcentagem de fechamento apical foi encontrada com uso de hidróxido de cálcio.

Araújo et al. (2022) identificaram arcabouços alternativos utilizados em endodontia regenerativa que contribua no melhor desenvolvimento radicular em relação ao aumento do comprimento radicular e espessura das paredes dentinárias em comparação com arcabouços de coágulo sanguíneo (BC). Revisão na literatura foi feita nas bases de dados PubMed, SciELO e

Lilacs, utilizando descritores relacionados ao tema. Após isso, 11 artigos foram selecionados e analisados conforme objetivo proposto. Cerca de 5 estudos clínicos e seis *in vivo* realizados em animais compararam diferentes tipos de estruturas alternativas com coágulos sanguíneos, com ênfase em plasma rico em plaquetas (PRP) e fibrina rica em plaquetas (PRF). Todos os arcabouços alternativos ou BC promoveram aumento no comprimento radicular e espessura da parede dentinária com taxas variadas de aumento entre os estudos. Houve aumento significativo no comprimento radicular e na espessura da dentina promovido pelas estruturas PRF e PRP, em comparação com BC. Concluiu-se, a maioria dos arcabouços contribuíram aumentando comprimento radicular e espessura das paredes dentinárias com destaque para PRF e PRP.

Wikström et al. (2022) analisaram resultados clínicos e radiográficos da revitalização pulpar endodôntica (RP) de 75 incisivos necróticos, imaturos e traumatizados de 71 pacientes. O sangramento foi feito e monitorado por aproximadamente 15 minutos garantindo estabilidade do coágulo sanguíneo. Estrutura de colágeno reabsorvível foi colocada sobre o coágulo sanguíneo PARASORB e um mínimo de 2 mm de material biocerâmico MTA branco foi colocado no nível da junção amelocementária. Cimento de óxido de zinco eugenol ou ionômero de vidro foi colocado sobre o material biocerâmico e a restauração com material restaurador resinoso foi feita na mesma visita. As medidas radiográficas foram formação radicular contínua (largura e comprimento), reabsorção radicular, fechamento do ápice, índice periapical e estágio de desenvolvimento radicular. As medidas clínicas foram dor à percussão, dor à palpação, mobilidade dentária patológica, inchaço, trajeto sinusal, anquilose, descoloração da coroa, resposta ao teste de sensibilidade pulpar e dor subjetiva. Os resultados do tratamento foram classificados como sucesso com base na ausência de sintomas clínicos e quando havia evidências radiográficas de cicatrização apical e desenvolvimento radicular contínuo. Em 45 de 75 dentes (60%), a RP foi bem-sucedida com a resolução de sinais clínico-radiográficos e desenvolvimento radicular contínuo. A RP falhou graças à ausência de sangramento ($n = 19$) e infecção persistente ($n = 11$). A RP mostrou aumentos estatisticamente significantes no comprimento da raiz (11%) e espessura da parede dentinária (30%), maturação da raiz (pré-operatório 3,38 [IC 1,88; 4,88]; pós-operatório 4,04, [IC 2,56; 5,52]) fechamento apical (71,4%), cicatrização da periodontite apical pré-operatória (100%) e cicatrização de reabsorções inflamatórias da raiz pré-operatórias (100%). Três variáveis na maturação contínua da raiz foram identificadas - estágio de desenvolvimento da raiz na entrada ($p=0,0001$, β 0,649), [IC 0,431; 0,867], trauma nos tecidos moles ($p=0,026$, β -0,012), [IC -0,0225; -0,015], e espessura da parede dentinária pré-operatória ($p=0,009$, β -0,001); [IC -0,001; 0,0001]. Concluíram que a PR fornece resultados clínico-radiográfico satisfatórios em incisivos necróticos traumatizados. Casos de fracasso relativos à ausência de sangramento e infecções persistentes indicaram que novas técnicas são necessárias a melhorar a previsibilidade da PR.

Alencar et al. (2022) apontaram relato de caso documentando em incisivo central superior esquerdo permanente, imaturo e necrótico, traumatizado após acidente de bicicleta. O tratamento envolveu procedimentos endodônticos regenerativos (REPs) usando "Agregado de Trióxido Mineral de Alta Plasticidade" (MTA Repair HP) como barreira cervical sobre o coágulo sanguíneo. A preservação incluiu 3 anos de controle de avaliações clínico-radiográficas digitais periapicais. A tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) foi realizada aos 6 e 36 meses na avaliação do desenvolvimento da raiz. O REP usado no caso relatado aqui está de acordo com o protocolo AAE REP. O uso do biocerâmico MTA Repair HP sobre o arcabouço do coágulo sanguíneo resultou na cicatrização óssea periapical e desenvolvimento da raiz em largura e comprimento.

Minic et al. (2022) comentaram que o procedimento endodôntico regenerativo (REP) representa opção de tratamento de dentes necróticos imaturos com lesão periapical. Tal terapia tem amplo campo de aplicações pré-clínicas e clínicas, mas não existe padronização quanto aos critérios de sucesso. Assim, por meio da análise de estudos em animais e humanos, usando revisão sistemática destacaram principais características do tecido gerado pelo REP em busca personalizada nas bases de dados PubMed, EMBASE, Scopus e Web of Science de janeiro de 2000 a janeiro de 2022. Escolheram 65 estudos em humanos e 49

em animais. Em humanos, critérios de avaliação foram exames radiográficos clínicos 2D e 3D. A maioria dos estudos identificou REP bem-sucedido com dente assintomático, cicatrização da lesão apical e aumento da espessura e comprimento da raiz. Em animais, consideraram critérios histológicos e radiológicos. Os tecidos recém-formados nos canais eram fibrosos, cemento ou tecidos semelhantes a osso ao longo das paredes da dentina, dependendo da área da raiz. O REP garantiu formação e viabilidade do dente sendo preciso identificar práticas que reproduzam com êxito a estrutura fisiológica e função do complexo dentina-polpa.

Rahul et al. (2023) admitiram que arcabouços utilizados na terapia endodôntica regenerativa (RET) fornecem suporte estrutural às células para que possam aderir as estruturas e também são cruciais na proliferação e diferenciação celular. Compararam nesta meta-análise efeitos de diferentes estruturas intracanaís nos resultados de sucesso do RE em bases de dados PubMed/Medline, EMBASE, Cochrane, CINAHL, Scopus e Web of Science. Incluíram pesquisas que avaliaram e/ou compararam o sucesso clínico e/ou radiográfico do RET usando diferentes arcabouços com controle mínimo de 12 meses. Uma meta-análise de rede foi realizada para comparar o resultado primário (sucesso clínico) e outros resultados de sucesso (maturação radicular e sensibilidade pulpar) usando diferentes estruturas. Cerca de 27 estudos preencheram os critérios de inclusão desejados, dos quais 25 tiveram ferramenta de risco de viés (ROB) baixo, enquanto 2 tiveram ROB moderado. O sucesso clínico do RET usando estruturas de plasma rico em plaquetas (PRP), coágulo sanguíneo (BC) e fibrina rica em plaquetas (PRF) variou entre 91,66%-100%, 84,61%-100% e 77%-100%, respectivamente. As diferentes estruturas não mostraram qualquer diferença estatisticamente significativa no sucesso clínico (PRF vs BC [p=1,000], PRP vs BC [p=1,000] e PRF vs PRP [p=0,999]), fechamento da raiz apical (PRF vs BC [p=1,000], PRP vs BC [p=0,835], PRF vs PRP [p=0,956]) e sensibilidade da polpa (PRF vs BC [p=0,980], PRP versus BC [p=0,520]] e PRF versus PRP [p=0,990]). Concluíram que arcabouços intracanaís utilizados durante o RET não ocorreram significado estatístico em relação ao sucesso clínico, maturação radicular e sensibilidade pulpar.

Priya et al. (2023) abrangendo período de 2001 a 2023 objetivaram investigar ensaios clínicos que comparassem a eficácia da terapia de revascularização com a apicificação no tratamento de dentes necróticos imaturos. A avaliação incluiu exame completo dos resultados clínico-radiográficos avaliando taxas de sucesso e complicações. Dos 850 artigos identificados, 15 estudos foram escolhidos para análise abrangente. Não foram identificadas diferenças notáveis entre grupos de terapia de revascularização e apicificação em relação a parâmetros como taxas de cicatrização periapical, eficácia/invalidação geral e fechamento apical. No entanto, concentrando-se em fatores mensuráveis, ficou claro que o grupo de tratamento de revascularização apresentou aumento notável no comprimento radicular em relação ao grupo de apicificação. Tanto a terapia endodôntica de revascularização quanto a apicificação demonstraram eficácia na cicatrização da periodontite periapical e no fechamento do ápice aberto, no entanto, revascularização pulpar destacou-se por sua notável eficácia no aumento do alongamento e espessamento radicular. ao mesmo tempo que apresentou probabilidade reduzida do tratamento ser considerado ineficaz.

Sequeira et al. (2023) abordaram as principais características dos diferentes arcabouços bem como sua aplicação na regeneração do complexo dentina-pulpar valendo-se de revisão narrativa em resposta à questão de pesquisa: Que tipo de arcabouços podem ser usados na regeneração do complexo dentina-pulpar? Realizada pesquisa eletrônica nas bases de dados das bibliotecas PubMed, EMBASE e Cochrane incluindo “estrutura de regeneração polpa-dentina” e “regeneração do complexo polpa-dentina”. Biomateriais da engenharia de tecidos é classificada em 2 grupos: estruturas naturais e sintéticos. Estruturas naturais contêm moléculas bioativas, fatores de crescimento e sinais de sinalização que podem influenciar positivamente o comportamento celular. Estas moléculas sinalizadoras promovem respostas celulares específicas, tais como proliferação e diferenciação celular, cruciais para eficaz regeneração tecidual. Já arcabouços sintéticos oferecem flexibilidade no *design* e são adaptados para atender requisitos específicos, como tamanho, formato e propriedades mecânicas. Lidam com

moléculas bioativas, fatores de crescimento ou sinais de sinalização na melhora de suas propriedades biológicas e processo de fabricação garantindo qualidade consistente de uso geral clínico. O que faltam são ênfases na determinação da composição da estrutura que atenda requisitos e complexidades na promoção efetiva a engenharia de tecidos da polpa alcançando bons resultados clínicos.

Swaiikat et al. (2023) apontam que tratamento endodôntico regenerativo (RET) é considerado procedimento confiável no tratamento de dentes necróticos imaturos, porém, o efeito do traumatismo dentário no prognóstico do RET é controverso. O nível atual de evidências das técnicas de revascularização (RET) no tratamento de dentes permanentes imaturos necróticos traumatizados com ou sem áreas radiolúcidas periapicais foram analisados em 4 bancos de dados eletrônicos - PubMed, Web of Science, Scopus e Embase. Só ensaios clínicos, estudos de grupos e estudos de caso-controle com mínimo de 10 casos e 12 meses de controle e 13 artigos foram considerados. Os resultados mostraram que técnicas de RET pareciam ter altas taxas de sobrevida e sucesso, 93,8% e 88,3%, respectivamente, parecendo que maturação radicular com estas técnicas são menores em dentes traumatizados. Estudos são necessários na avaliação da maturação radicular em dentes traumatizados em avaliações radiográficas tridimensionais. Ainda falta literatura sobre estudos comparando RET e apicificação (hidróxido de cálcio ou MTA) no tratamento de dentes imaturos necróticos traumatizados destacando necessidade de estudos em relação a esses tratamentos.

Meschi et al. (2023) elucidaram a eficácia da revitalização no tratamento da periodontite apical em dentes permanentes maduros e imaturos necróticos com base na seguinte questão: em pacientes com dentes permanentes imaturos ou maduros e necrose pulpar com ou sem sinais de periodontite apical, qual é a eficácia da revitalização em relação a apicificação com hidróxido de cálcio, tampão apical e tratamento de canal radicular em termos de sobrevida do dente, dor, sensibilidade, edema, necessidade de medicação (analgésicos e antibióticos), evidência radiográfica de redução do tamanho da lesão apical, evidência radiográfica de espaço normal do ligamento periodontal, evidência radiográfica de aumento da espessura e comprimento da raiz (não para dentes maduros), função do dente (fratura e longevidade da restauração), necessidade de intervenção adicional, efeitos adversos (incluindo exacerbação, integridade da restauração, alergia e descoloração), qualidade de vida relacionada à saúde bucal, presença de trajeto sinusal e resposta ao teste de sensibilidade. Cerca de 3 bases de dados (PubMed, Embase e Cochrane Library) foram pesquisadas em estudos humanos, experimentais e observacionais sendo que 5 estudos atenderam aos critérios de inclusão. A taxa de sobrevida de 12 meses foi de 100% para todos os dentes permanentes maduros em todos os grupos de 3 estudos. A taxa de sucesso em 12 meses foi de 100% em dentes permanentes imaturos em 1 estudo, no entanto, reduzida para 92% e 80% em dentes maduros em 1 estudo. As taxas de sobrevida e sucesso foram favoráveis em todos estudos incluídos e para todos os grupos, no entanto, esses resultados não são confiáveis devido ao baixo nível de certeza. Clinicamente, o evento adverso mais relatado foi a descoloração do dente, portanto, a aplicação de cimentos de silicato de cálcio contendo óxido de bismuto deve ser evitada na revitalização. Radiograficamente, é necessário cuidado ao avaliar a cicatrização óssea periapical e desenvolvimento posterior da raiz com radiografias periapicais, devido às imprecisões dessa técnica. Confirmaram que revitalização é eficaz no tratamento da periodontite apical em dentes permanentes maduros. As taxas de sucesso e sobrevida em dentes permanentes maduros revitalizados e totalmente pulpectomizados não foram diferentes significativamente.

Sellami et al. (2023) determinaram como a estratégia de desinfecção dos procedimentos endodônticos regenerativos (REP) influencia a carga bacteriana geral e os resultados do REP. Diferentes espécies bacterianas nos dentes também foram examinadas. Uma pesquisa clínica controlada relatada anteriormente sobre REP ± leucócitos e fibrina rica em plaquetas coletou amostras microbianas de 14 de 29 pacientes durante REP (LPRF). Em 4 amostras microbiológicas foram obtidas em 2 sessões de tratamento. S1 e S2 foram colhidas antes e após a primeira irrigação com hipoclorito de sódio 1,5% e soro fisiológico. As amostras S3 e S4 foram obtidas antes e após o enxágue com EDTA 17% na segunda sessão de tratamento. A carga bacteriana

total recuperada dos pacientes mostrou diminuição significativa após o primeiro tratamento e foi mantida durante o segundo tratamento. *Fusobacterium nucleatum*, *Treponema denticola* e *Enterococcus faecalis* foram as espécies mais prevalentes nos canais radiculares, detectadas em 100% dos casos analisados, seguidas por *Prevotella intermedia* e *Tannerella forsythia*, ambas em 6 de 14 (42,9%) casos. A presença dessas espécies abundantes foi significativamente reduzida após S1. *Parvimonas micra* estava presente em 4 de 14 (28,6%) casos e *Actinomyces naeslundii* em 2 de 14 (14,3%) casos. *Filifactor alocis*, *Porphyromonas endodontalis* e *Porphyromonas gingivalis* foram detectados em apenas 1 de 14 (7,1%) casos. No grupo LPRF, dois casos necessitaram de retratamento devido a surto pós-tratamento precoce, e dois outros casos apresentaram radiograficamente uma periodontite apical persistente 3 anos após o tratamento. Concluíram que o protocolo de desinfecção REP parece ser satisfatório e eficaz na redução da carga bacteriana total, omitindo sintomas clínicos e induzindo a cicatrização óssea periapical em dentes permanentes imaturos com necrose pulpar. A LPRF impediu que esses resultados sejam alcançados e, conseqüentemente, não deve ser recomendada na REP.

Sabeti et al. (2024) avaliaram qual modalidade de tratamento em relação à seleção de arcabouços em dentes permanentes imaturos com necrose pulpar seria a mais bem-sucedida no tratamento endodôntico regenerativo (RET) Valendo-se de PubMed, Cochrane, Web of Science e Embase, e registros adicionais pesquisando sendo 9 desses artigos incluídos na síntese quantitativa. Metanálise de rede foi realizada para estimar efeitos do tratamento nos desfechos primários (cicatrização clínica e radiográfica) e desfechos secundários (fechamento apical, comprimento radicular e aumento da espessura da parede radicular) após RET. Identificaram 6 intervenções de nove estudos incluídos: estrutura de coágulo sanguíneo (BC), estrutura de coágulo sanguíneo com fator básico de crescimento de fibroblastos, estrutura de coágulo sanguíneo com colágeno, pellet de plaquetas, plasma rico em plaquetas (PRP) e fibrina rica em plaquetas (PRF). A estrutura de PRP apresentou maior aumento no alongamento radicular aos 6-12 meses. PRP ou PRF alcançaram maior alto nível de sucesso nos resultados primários e secundários em 1-6 e 6-12 meses. A estrutura de coágulo sanguíneo com colágeno ou combinada com fator básico de crescimento de fibroblastos (bFGF)) alcançou mais alto nível de sucesso de resultados secundários além de 12 meses de controle. Qualidade de evidência muito baixa a baixa sugere que tanto o PRP quanto o PRF apresentam maior sucesso na avaliação de resultados primários e secundários dentro de 12 meses de pós-operatório, em relação ao protocolo tradicional de estrutura de coágulo sanguíneo. Evidências limitadas sugerem que tanto o PRP quanto o PRF apresentam sucesso a curto prazo, não a longo prazo.

Yang et al. (2024) afirmaram que nos procedimentos endodônticos regenerativos os arcabouços influenciam o prognóstico dos dentes afetados. Atualmente, há discussão quanto à avaliação pós-operatória de diversos arcabouços na regeneração pulpar. Verificaram se outros arcabouços usados isoladamente ou em combinação com coágulo sanguíneo (BC) são mais eficazes que o BC em processos endodônticos regenerativos pesquisados em bases de dados PubMed, Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), Embase e Google Scholar. Ensaio clínico examinaram uso de BC e outros materiais de suporte nos procedimentos endodônticos regenerativos incluídos. Dos artigos selecionados relacionados à necrose pulpar de dentes permanentes jovens por meio de recuperação eletrônica e manual apenas 12 artigos preencheram critérios de inclusão na meta-análise. Só 2 estudos foram avaliados como tendo baixo risco de viés. Evidências de alta qualidade indicaram que não ocorreu significado estatístico na taxa de sucesso entre os dois grupos (RR=0,99, IC 95%=0,96 a 1,03; 434 participantes, 12 estudos); evidências de baixa qualidade indicaram que não houve diferença estatística significativa no aumento do comprimento radicular ou na espessura da parede do canal radicular entre os 2 grupos. Evidências de qualidade média indicaram que não houve diferença estatística significativa nos testes de vitalidade pulpar entre os 2 grupos. Concluíram que nos procedimentos endodônticos regenerativos clínicos, os arcabouços mais comumente utilizados incluem BC, PRP e PRF. Todos os diferentes arcabouços tiveram taxas de sucesso clínico bastante elevadas e a diferença não foi significativa.

Vatankhah et al. (2024) avaliaram sistemática e quantitativamente resultados clínicos, radiográficos e histológicos dos estudos RET usando diferentes estruturas biológicas em bases MEDLINE, Scopus, biblioteca Cochrane e Embase pesquisados na identificação de estudos sobre procedimentos RET com qualquer tipo de arcabouço realizado em dentes humanos imaturos necróticos. Resultados clínicos, radiográficos e histológicos foram extraídos incluindo 32 estudos na análise qualitativa dos 1.895 estudos recuperados. Apenas 1 estudo apresentou alto risco de viés e 71,8% dos estudos apresentaram alta qualidade. Nenhum dos estudos relatou quaisquer achados histológicos. Em 30 estudos foram incluídos na meta-análise. A taxa de sucesso clínico do RET usando BC, PRP ou PRF foi maior que 99%. Além disso, 32%, 23% e 27% dos casos de BC, PRP e PRF recuperaram a vitalidade, respectivamente. A cicatrização periapical foi observada em 67%, 75% e 100% dos casos de BC, PRP e PRF, respectivamente. Não houve significado estatístico entre BC, PRP ou PRF em relação ao sucesso clínico ou quaisquer resultados radiográficos. Concluíram que não houve significado estatístico entre BC, PRP e PRF em termos de resultados clínicos e radiográficos e quando for dificultoso ou perigoso induzir sangramento nos canais radiculares, o PRP e o PRF podem ser empregados.

Wikström et al. (2024) compararam diferenças na eficácia da desinfecção de curativos de hidróxido de cálcio (CH) e gluconato de clorexidina (CHD) na revitalização pulpar (RP) de dentes necróticos imaturos traumatizados investigando a microflora na RP bem-sucedida/falha e se a persistência bacteriana influencia os resultados da RP. A avaliação microbiológica da carga bacteriana média (UFC/amostra) e da diversidade bacteriana (táxons/amostra) foi realizada em 41 dentes em 3 pontos de tempo (S2-antes, S3-após o desbridamento e S5-após o curativo do canal radicular). A microflora primária foi mais diversa nos casos bem-sucedidos do que nos malsucedidos. Diminuições em UFC/amostra e táxons/amostra ocorreram S2 - S3, embora novos aumentos tenham ocorrido em S5 no subgrupo CHD (bem-sucedido e malsucedido) e UFC/amostra no subgrupo CH (malsucedido). Após curativo do canal radicular (S5) casos bem-sucedidos apresentaram maiores diminuições bacterianas. Nenhuma espécie específica foi associada aos resultados, sem significado estatístico entre eficácia da desinfecção. Concluíram que não houve significado estatístico na eficácia de CH e CHD. Em S5, a microflora persistiu tanto em resultados bem-sucedidos quanto em resultados malsucedidos, mas a multiplicidade e a diversidade aumentaram significativamente apenas nos casos malsucedidos. Os resultados bem-sucedidos apresentaram maior diversidade e maiores reduções da microflora primária em S5 do que os resultados malsucedidos. A abundância e a diversidade aumentaram significativamente em S5 apenas em casos malsucedidos.

2. Metodologia

Isto posto, o propósito desta presente investigação foi valendo-se de revisão da literatura com bases de dados *MEDLINE/Pubmed e Scopus* pesquisar eletronicamente publicações entre 2019 e 2024 cujos critérios selecionados foram tipo de casos clínicos e revisões sistemáticas comparando o diagnóstico, procedimentos, eficiência, benefícios da revascularização pulpar frente a utilização novas substâncias e metodologias em dentes com formação radicular incompleta e necrose pulpar. Os descritores usados foram endodontia regenerativa, ápice dentário, necrose da polpa dentária, tratamento do canal radicular e esquema de medicação.

3. Resultados e Discussão

Quando os dentes com formação radicular incompleta sofrem processo de mortificação pulpar interrompe a formação dentinária e, subsequente crescimento radicular não havendo fechamento apical e as raízes ficam curtas com paredes finas (Araújo et al., 2023; Tomazoli et al., 2022; Travassos et al., 2022).

Assim é que, de acordo com Medeiros et al. (2019) deve-se imediatamente propor terapêutica adequada começando pela desinfecção da câmara pulpar e canal radicular com agentes desinfetantes dos mais ativos e mais usados a exemplo do hipoclorito de sódio e pasta poliantibiórica substâncias estas que potencializam a capacidade de desinfecção dos canais radiculares.

Aliás, admitiram Pereira et al. (2020) que o emprego do hidróxido de cálcio na revascularização pulpar como medicação intracanal representa agente que descontamina o canal radicular graças à ação antimicrobiana e, para mais, não mancha a coroa e inclusive dificulta citotoxicidade das células-tronco da papila apical.

Neste particular, Ragab et al. (2019) mencionaram que além de agentes desinfetantes como o hipoclorito de sódio o poder desinfetante sofre influência a exemplo da ciprofloxacina e o metronidazol que constituem a pedra angular do sucesso do tratamento sendo bastante eficazes no controle da infecção.

Apesar disso, Almutairi et al. (2019) analisando casos de falha no tratamento endodôntico regenerativo (RET) concluíram que infecção persistente foi fundamental em termos de frequência em 79% dos casos de falha do RET e, cerca de 39% dos casos de falha no RET identificados após mais de 2 anos de controle.

Isto posto, deve-se ainda segundo Medeiros et al. (2020) considerar a confiabilidade e benefícios da revascularização pulpar diante de materiais alternativos e outras substâncias utilizadas em dentes imaturos necróticos sendo que uso do MTA conjugado com outros produtos, como PRP, PRF, Biodentine, CEM, CollaPlug, Pasta de Própolis, hidróxido de cálcio e clorexidine gel, protocolo endodôntico regenerativo coágulo de sangue e o grupo coágulo sanguíneo + estrutura injetável ou estes isoladamente constituem ingredientes de escolha que integrado com coágulo sanguíneo causa espessamento das paredes dentinárias, alongamento das raízes e fechamento do ápice radicular.

Exige-se desta forma que, após a desinfecção do canal com agentes desinfetantes ativos deve-se preencher o espaço do canal radicular vazio com medicação intracanal tais como hidróxido de cálcio ou pasta triantibiótica como ciprofloxacina, metronidazol e monociclina que potencializam a capacidade de desinfecção do sistema dos canais radiculares. A seguir, uma vez removida a medicação intracanal decorrido um tempo de medicação realiza-se procedimento de revascularização. Geralmente para o hidróxido de cálcio tempo de permanência extremamente variado entre 1 a 13 semanas e isso depende do veículo que vai ser dissociado ao pó do hidróxido de cálcio que dependerá também do objetivo do uso do hidróxido de cálcio e do tempo que eu quero que ele permaneça no canal. À sua vez, a pasta antibiótica tríplice pode permanecer no canal radicular entre 21 a 28 dias.

Em prosseguimento realiza a revascularização e para obtenção de coágulo sanguíneo usa-se lima #60 que deve ultrapassar o forame apical esperando a esta altura preenchimento com sangue o canal radicular até o terço cervical esperando sua hemostasia. Selamento da entrada do canal com Agregado de Trióxido Mineral (MTA) ou hidróxido de cálcio e restauração final do dente com ionômero de vidro e resina (Nygaard Östby 1961) e controle clínico-radiográfico em 3 meses, 6 meses e 12 meses.

No que respeita a confiabilidade do MTA na revascularização pulpar acrescentaram Ragab et al. (2019) que, o emprego da fibrina rica em plaquetas (PRF) embora não efetiva no reparo, no entanto, auxiliou durante os procedimentos. Está claro que coágulo sanguíneo é essencial na criação de tecido vivo dentro dos canais vazios e estéreis sendo a fibrina rica em plaquetas útil no uso controlado do MTA em nível desejado tão-somente com leve pressão colocada no MTA durante inserção.

Além do mais, Pereira et al. (2020) consideram que medidas radiográficas do comprimento radicular, largura da raiz, diâmetro apical e posicionamento do MTA a partir do ápice foram quantificadas usando o software Image J em 15 dentes que sobreviveram durante período de controle (93,75%) fato este julgado decisivo do sucesso clínico. Não obstante, alterações pareceram pequenas em muitos casos notados ocorrendo aumentos significativos no comprimento médio da raiz em 14,28%, largura da raiz em 8,12% e diminuição no diâmetro apical em 48,37%.

Em relato de caso de incisivo central superior esquerdo permanente, imaturo e necrótico, traumatizado após acidente de bicicleta Alencar et al. (2022) valeram-se de procedimentos endodônticos regenerativos (REPs) usando Agregado de Trióxido Mineral de Alta Plasticidade (MTA Repair HP) como barreira cervical sobre o coágulo sanguíneo compreendendo 3 anos de controle de avaliações clínico-radiográficas digitais periapicais e tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) realizada aos 6 e 36 meses no julgamento do desenvolvimento radicular conforme protocolo da Associação Americana de Endodontia. O uso deste arcabouço sobre coágulo sanguíneo resultou na cicatrização periapical e formação radicular em largura e comprimento.

Considerando a eficiência da fibrina rica em plaquetas (PRF) e plasma rico em plaquetas (PRP) na endodontia regenerativa de acordo com Metlerska et al. (2019) ao revisar literatura trataram da seguinte questão de pesquisa: O uso de concentrados de plaquetas é eficaz na endodontia regenerativa? Em 5 ensaios e demais relatos de casos todos eles estavam assintomáticos e só 3 casos de insucesso enquanto em 10 relatos com resultados positivos na vitalidade pulpar sendo que em ensaios de dentes tratados com concentrados de plaquetas melhores resultados na vitalidade pulpar. Praticamente, todos os casos mostraram espessamento, alongamento da parede radicular e fechamento apical, fatores importantes no êxito do tratamento. Técnicas usando concentrados de plaquetas autólogos foram bem-sucedidos no tratamento de dentes permanentes com formação radicular fatos estes auferidos por Panda et al. (2020).

Em outro protocolo e comparando desempenho clínico-radiográfico colocando-se no canal plasma rico em plaquetas (PRP), fibrina rica em plaquetas (PRF), *pellet* de plaquetas (PP) e um coágulo de transferência induzido (BC) em 88 incisivos necróticos imaturos de crianças entre 8 e 11 anos. Conforme Ulusoy et al. (2019) nos grupos PRP, PRF e PP, inseriram no canal concentrados de plaquetas não induzindo previamente sangramento apical sendo avaliados usando análise clínico-radiográfica enquanto alterações nas dimensões da raiz comparadas usando medidas lineares de comprimento e largura radicular com ImageJ e medições usando técnicas de área radicular radiográfica (RRA) e área radiográfica do canal (RCA). Excetuando 2 dentes dos grupos PRF e BC, todos exibiram pontuações de sucesso semelhantes e altas incluindo cicatrização periapical, formação radicular radiográfico e resposta positiva aos testes de sensibilidade após tempo médio de acompanhamento de $28,25 \pm 1,2$ meses.

Assim é que que arcabouços utilizados na revascularização pulpar fornecem suporte estrutural às células para que possam aderir as estruturas e também são cruciais na proliferação e diferenciação celular. Rahul et al. (2023) indicaram pesquisas na análise e/ou comparação do sucesso clínico e/ou radiográfico da revascularização em diferentes arcabouços com controle mínimo de 12 meses. O sucesso clínico usando estruturas de plasma rico em plaquetas (PRP), coágulo sanguíneo (BC) e fibrina rica em plaquetas (PRF) variou entre 91,66%-100%, 84,61%-100% e 77%-100%, respectivamente sem significado estatístico no sucesso clínico. Concluíram que arcabouços intracanaís utilizados durante o RET não apontou diferenças em relação ao sucesso clínico, maturação radicular e sensibilidade pulpar.

Além disso, acentuam os autores acima que 73,9% dos dentes exibiram fechamento apical completo com taxas de fechamento semelhantes entre os grupos e maior tendência para fechamento apical em formato cônico do que em ápice rombudo sendo em 86% dos dentes com resposta positiva aos testes de sensibilidade e tempos de resposta iniciais semelhantes deduzindo-se que PRP, PRF e PP produzem resultados clínicos-radiográficos semelhantes ao BC sem necessidade de sangramento apical prévio e significativamente menor tendência à obliteração do canal radicular fatos estes oposto aos resultados de Araújo et al. (2022) que identificaram em todos arcabouços melhor desenvolvimento radicular em relação ao aumento do comprimento radicular e espessura das paredes dentinárias em comparação com coágulo sanguíneo (BC).

Do mesmo modo, Sabeti et al. (2024) identificaram em 6 casos de 9 estudos que incluíam estrutura de coágulo sanguíneo (BC), estrutura de coágulo sanguíneo com fator básico de crescimento de fibroblastos, estrutura de coágulo sanguíneo com colágeno, *pellet* de plaquetas, plasma rico em plaquetas (PRP) e fibrina rica em plaquetas (PRF) sendo que

estrutura de PRP foi a que apresentou maior aumento no alongamento radicular aos 6-12 meses. Agora PRP ou PRF alcançaram maior alto nível de sucesso nos resultados primários e secundários em 1-6 e 6-12 meses. Por outro lado, a estrutura de coágulo sanguíneo alcançou mais alto nível de sucesso de resultados secundários além de 12 meses de controle confirmando que tanto o PRP quanto o PRF apresentam sucesso a curto prazo e não a longo prazo.

Para mais, Yang et al. (2024) confirmaram que em procedimentos endodônticos regenerativos clínicos, os arcabouços mais rotineiramente utilizados incluem BC, PRP e PRF sendo todos estes arcabouços tiveram taxas de sucesso clínico bastante elevadas e sem significado estatístico.

Tal importância baseado em resultados clínico, histológico e radiograficamente em análise sistemática e quantitativa a respeito de revascularização valendo-se de diferentes estruturas biológicas com qualquer tipo de arcabouço em dentes humanos imaturos necróticos resultaram em 71,8% dos estudos alta qualidade. Em 31 pesquisas incluídos na meta-análise e taxa de sucesso clínico o uso de BC, PRP ou PRF foi maior que 99% sendo em 32%, 23% e 27% dos casos de BC, PRP e PRF recuperaram a vitalidade, respectivamente enquanto cicatrização periapical observada em 67%, 75% e 100% dos casos de BC, PRP e PRF, respectivamente e sem significado estatístico entre BC, PRP ou PRF em relação ao sucesso clínico ou quaisquer resultados radiográficos. Aconselham os aludidos autores que se dificultoso ou perigoso foi induzir sangramento nos canais, o PRP e o PRF podem ser utilizados o que ratifica Vatankhah et al. (2024).

Os fatos acima comentados pelos autores coincide com Mittal et al. (2019) que cotejaram potencial regenerativo da fibrina rica em plaquetas (PRF) e estruturas artificiais como colágeno, placentex e quitosana em dentes incisivos superiores permanentes imaturos necróticos com ou sem lesão periapical e com base nas estruturas usadas na técnica de revascularização e controle aos 3, 6 e 12 meses após o procedimento. Clinicamente, pacientes sem dor em todo período e, radiograficamente, ocorreu reparação, fechamento apical, alongamento radicular e espessamento da parede dentinária sendo PRF e colágeno melhores arcabouços que placentex e quitosana inclusive a técnica de revascularização foi mais eficiente e conservador que apicificação.

Aliás, Nicoloso et al. (2019) investigando qualidade da literatura dos efeitos clínico-radiográficos e retenção em dentes necróticos imaturos com revascularização pulpar ou apicificação apontam que há limites sendo que resultados não favorecem a modalidade de tratamento em prejuízo da outra. De fato, admitem Swaiat et al. (2023) que a literatura é insuficiente em relação a estudos comparando revascularização pulpar e apicificação (hidróxido de cálcio ou MTA) no tratamento de dentes imaturos necróticos traumatizados destacando necessidade de estudos clínicos de nível em relação a esses tratamentos.

Claro está que amiúde, adolescentes apresentam casos de dentes necróticos imaturos, identificáveis pelas paredes radiculares delgadas e ápices abertos. Ademais, em tais condições de ausência de estreitamento natural no ápice radicular cria dificuldade quando se utilizam procedimentos endodônticos padrão, tornando difícil ou impraticável o selamento eficaz do canal radicular imaturo. Portanto, terapia de revascularização surgiu como uma estratégia prospectiva na abordagem do manejo de dentes necróticos não formados, não vitais, imaturos o que no dizer de Priya et al. (2023) que, a apicificação embora continua ser prioridade dos dentistas é graças à sua previsibilidade nota-se nos resultados do tratamento.

Entretanto, enfatiza o autor supracitado que tanto a terapia endodôntica de revascularização quanto a apicificação comprovaram eficiência na cicatrização da periodontite periapical e fechamento do ápice aberto, no entanto, a revascularização pulpar destaca-se pela sua evidente eficiência seja no aumento do alongamento como espessamento radicular ao mesmo tempo que apresenta probabilidade reduzida do tratamento ser considerado ineficaz.

Evidentemente que é vantajoso a técnica de revascularização usando plasma rico em plaquetas (PRP) de acordo com autores anteriormente citados e, ademais, El Sheshtawy et al. (2020) valendo-se de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e radiografias bidimensionais em pacientes com dentes anteriores permanentes imaturos necróticos observaram

mudanças no comprimento radicular (RL), espessura dentinária radicular (RDT), largura do forame apical (AFW) e área radicular radiográfica (RRA) avaliadas em ambas técnicas radiográficas e alterações no diâmetro da área periapical (DAP) analisadas por TCFC, durante 12 meses com bons resultados clínico-radiográficos das 2 técnicas sendo radiografia bidimensional tão eficaz quanto a TCFC não recomendando uso rotineiro desta última técnica.

Realmente, revascularização pulpar visa eliminação de sintomas, cicatrização da alteração periapical, sobrevida, alongamento radicular, espessamento radicular e fechamento apical conforme investigações de Ong et al. (2020) em análises obtidas do método com altas taxas de sobrevida e cura além de boa taxa de formação radicular, aliás, ocorrência esta reconhecido por Meschi et al. (2023) ao admitirem que revascularização objetiva, sobretudo, eliminação da dor e cura de lesões periapicais.

Óbvio que, as 4 variáveis como espessamento da parede dentinária radicular, fechamento apical, reparo apical e alongamento radicular em buscas eletrônicas dão conta que espessamento da parede dentinária está presente em 66% (IC95: 58%-73%) dos casos tratados com pasta antibiótica, enquanto usado o hidróxido de cálcio percentual foi de 53% (IC95: 26%-78%). Quando usado pasta antibiótica o fechamento apical foi 66% (IC95: 58%-73%) dos procedimentos endodônticos regenerativos enquanto utilização do hidróxido de cálcio, 88% (IC95: 80%-93%) dos casos atingiram o fechamento apical. Portanto, Báez et al. (2022) indicam que alongamento e reparo apical foram satisfatórios em ambos protocolos de desinfecção ocorrendo diferenças entre 2 tratamentos encontrando maior percentual de espessamento da parede dentinária radicular com o uso de pastas antibióticas enquanto maior porcentagem de fechamento apical foi detectada com uso de hidróxido de cálcio.

Detalhe importante diz respeito a outro protocolo de revascularização pulpar onde coloca-se na entrada do canal após sangramento e estabilização do coágulo proposta por Wikström et al. (2022) com resultados clínico-radiográficas em 75 incisivos necróticos, imaturos e traumatizados de pacientes. Inseriu colágeno reabsorvível PARASORB sobre coágulo sanguíneo e mínimo de 2 mm de material biocerâmico MTA branco colocado no nível da junção amelocementária e após isso, cimento de óxido de zinco eugenol ou ionômero de vidro e restauração com resina. Ocorreram efeitos do tratamento com base no sucesso na ausência de sintomas clínicos e evidências radiográficas de cura apical e desenvolvimento radicular contínuo sendo em 45 de 75 dentes (60%), a revascularização pulpar (RP) foi bem-sucedida com a remissão de sinais clínico-radiográficos e desenvolvimento radicular contínuo. A RP falhou graças à ausência de sangramento (n=19) e infecção persistente (n=11). A RP mostrou significado estatístico no aumento do comprimento da raiz (11%) e espessura da parede dentinária (30%), fechamento apical (71,4%), cicatrização da periodontite apical pré-operatória (100%) e cicatrização de reabsorções inflamatórias radicular pré-operatórias (100%). Concluíram que a PR fornece resultados clínico-radiográfico satisfatórios em incisivos necróticos traumatizados. Casos de fracasso relativos à ausência de sangramento e infecções persistentes indicaram que novas técnicas são necessárias a melhorar a previsibilidade da PR.

Quando se fala em procedimento endodôntico regenerativo (REP) trata-se da preferência de tratamento em dentes necróticos imaturos com lesão periapical. Desta forma, Minic et al. (2022) escolheram 65 estudos em humanos e 49 em animais. Em humanos, critérios de avaliação foram exames clínico-radiográficos 2D e 3D. A maioria dos estudos identificou REP bem-sucedido com dente sem dor, cicatrização da lesão apical e aumento da espessura e comprimento da raiz sendo que em animais, consideraram critérios histológicos e radiológicos. Assim é que observaram que os tecidos recém-formados nos canais eram fibrosos, cemento ou tecidos semelhantes a osso ao longo das paredes da dentina, dependendo da área radicular.

Há uma concordância segundo Sequeira et al. (2023) que julgam que a odontologia regenerativa visa regenerar o complexo polpa-dentina restaurando suas funções envolvidas pela lesão e/ou inflamação pulpar. Técnicas baseadas em arcabouços são estratégias de regeneração que responde a um ambiente biológico por meio do uso de estrutura adequada considerada decisiva no sucesso da regeneração da polpa dentária.

Neste particular, os autores acima comentam que variedade de biomateriais na engenharia de tecidos são classificadas em 2 grupos: estruturas naturais e sintéticos. As estruturas naturais geralmente contêm moléculas bioativas, fatores de crescimento e sinais de sinalização que influenciam positivamente o comportamento celular. Estas moléculas sinalizam e promovem respostas celulares específicas como proliferação e diferenciação celular, cruciais na regeneração tecidual eficaz. Já arcabouços sintéticos oferecem flexibilidade no *design* e podem ser adaptados a atender requisitos específicos, como tamanho, formato e propriedades mecânicas. Destaques que atendam requisitos e complexidades específicas são imprescindíveis na promoção efetiva da engenharia de tecidos da polpa dentária no alcance de resultados clínicos bem-sucedidos.

Convém esclarecer segundo assinalaram Sellami et al. (2023) que acima de tudo no processo de revascularização pulpar exigem como estratégia de desinfecção influenciando a carga bacteriana geral e os resultados em diferentes espécies bacterianas examinadas. Obtiveram 4 amostras microbiológicas em 2 sessões de tratamento antes e após a primeira irrigação com hipoclorito de sódio 1,5% e soro fisiológico. As outras amostras foram obtidas antes e após o enxágue com EDTA 17% na segunda sessão de tratamento. Boa parte da carga bacteriana total foi recuperada dos pacientes após o primeiro tratamento e mantida durante o segundo tratamento. A presença dessas espécies abundantes foi reduzida após primeira amostra. Concluíram que o protocolo de desinfecção foi satisfatório e eficaz na redução da carga bacteriana total, sem sintomas clínicos e induzindo a cicatrização óssea periapical em dentes permanentes imaturos com necrose pulpar.

Complementa-se este debate comparando a eficácia da desinfecção de dentes com medicações de hidróxido de cálcio (CH) e gluconato de clorexidina (CHD) na revascularização pulpar (RP) utilizada em dentes necróticos imaturos pesquisado por Wikström et al. (2024) encontrou microflora na RP bem-sucedida/falha e se a persistência bacteriana influencia os resultados da RP. As 2 substâncias são eficientes não ocorrendo significado estatísticos entre ambas e após curativo do canal radicular, a microflora persistiu tanto em resultados bem-sucedidos quanto em resultados malsucedidos, mas a multiplicidade e diversidade aumentaram só nos casos malsucedidos.

O essencial é empregar substância que realiza plugue qualquer que seja o nível do canal seja apical ou cervical provocando primeiramente sangramento apical com limas para formação de coágulo dentro do canal que juntamente com medicações usadas produzem barreira de proteção. A ocorrência de necrose pulpar em dentes imaturos produz interrupção do crescimento radicular comprometendo o fechamento apical ficando a raiz curta e com paredes finas cessando a formação dentinária e o crescimento radicular é interrompido. Portanto, o diagnóstico e tratamento desta condição clínica representam desafio para o endodontista, pois, requer cuidado na identificação da doença e tratamento bem como o protocolo clínico em cada caso. Mais ainda, a revascularização pulpar, representa metodologia atual e mais adequada do que a apicificação, pois, tem a finalidade de promover continuidade da formação radicular e aumento da espessura das paredes dentinárias.

O ensino de Odontologia, presencial ou de forma remota, deve transmitir informações sobre o tratamento endodôntico em dentes com rizogênese incompleta. Atualmente é sugerido que nos cursos de graduação sejam realizadas metodologias ativas e aprendizagem significativa com novas tecnologias na formação do cirurgião-dentista (Nascimento & Feitosa., 2020; Maltarollo et al., 2024).

4. Considerações Finais

Realizada esta breve revisão da literatura a respeito da revascularização parece ser lícito inferir que:

O hipoclorito de sódio em diferentes concentrações, gluconato de clorexidina, pasta poiantibiótica tríplice a exemplo da ciprofloxacina e o metronidazol, hidróxido de cálcio representam agentes promotores da desinfecção de canais radiculares.

O uso do MTA conjugado com outros produtos, como PRP, PRF, hidróxido de cálcio e clorexidine gel, protocolo endodôntico regenerativo coágulo de sangue e o grupo coágulo sanguíneo + estrutura injetável ou estes isoladamente

representam material que em contato com o coágulo sanguíneo promove espessamento das paredes dentinárias, alongamento das raízes e fechamento do ápice radicular.

O estímulo de sangramento apical com limas constitui manobra essencial na formação de coágulo dentro do canal.

Os tecidos recém-formados nos canais são fibrosos, cimento ou semelhantes a osso ao longo das paredes da dentina.

Referências

- Alencar, M. N., Kowalczuk, T. C., Kowalczuk, A., Carneiro, E., Silva Neto, U. X. & Ditzel Westphalen, V. P. (2022). Regenerative Endodontic Treatment of a Traumatized Immature Necrotic Permanent Incisor: A Case Report. *Iran Endod J.* 17(3):146-150.
- Almutairi, W., Yassen, G. H., Aminoshariae, A., Williams, K. A. & Mickel, A. (2019). Regenerative Endodontics: A Systematic Analysis of the Failed Cases. *J Endod.* 45(5):567-577.
- Araújo, B. S., Casadei, B. de A., & Chaves, H. G. dos S. (2023). Terapia regenerativa em dente permanente jovem: Relato de caso. *Research, Society and Development*, 12(1), e15012139771. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i1.39771>
- Araújo, L., Goulart, T. S., Gil, A. C. K., Schuldt, D. P. V., Coelho, B. S., Figueiredo, D. R., Garcia, L. D. F. R. & Almeida, J. (2022). Do alternative scaffolds used in regenerative endodontics promote better root development than that achieved with blood clots? *Braz Dent J.* 33(2):22-32.
- Báez, V., Corcos, L., Morgillo, F., Imperatrice, L. & Gualtieri A. F. (2022). "Meta-analysis of regenerative endodontics outcomes with antibiotics pastes and calcium hydroxide. The apex of the iceberg". *J Oral Biol Craniofac Res.* 12(1):90-98.,
- El Sheshtawy, A.S., Nazzal, H., El Shahawy, O. I., El Baz, A. A., Ismail, S. M., Kang, J. & Ezzat, K. M. (2020). The effect of platelet-rich plasma as a scaffold in regeneration/revitalization endodontics of immature permanent teeth assessed using 2-dimensional radiographs and cone beam computed tomography: a randomized controlled trial. *Int Endod J.* 53(7):905-921.
- Maltarollo, T. F. H., Strazzi-Sahyon, H. B., Sivieri-Araújo, G., & Shitsuka, C. (2024). Metaverse applications in endodontics teaching. *Australian endodontic journal : the journal of the Australian Society of Endodontology Inc*, 50(1), 179–181. <https://doi.org/10.1111/aej.12830>
- Medeiros, J. M. F. Chebat, M., Paschoal, E. C., Haddad Filho, M. S., Cerri, A., Martins, J. L. & Pedron, I. G. (2019). Revascularização em dentes imaturos com tecido pulpar necrótico: eficácia e procedimentos clínicos. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 73(2):162-72.
- Medeiros, J. M. F., Pedron, I. G., Shitsuka, C., Arruda, G., Cerri, A., Martins, J. L. & Haddad Filho, M. S. (2020). Nova opção de revascularização pulpar em dentes com formação apical incompleta e necrose pulpar. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 74(2):118-29.
- Meschi, N., Palma, P. J. & Cabanillas-Balsera, D. (2023). Effectiveness of revitalization in treating apical periodontitis: A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 56(3):510-532.
- Metlerska, J., Fagogeni, I. & Nowicka, A. (2019). Efficacy of Autologous Platelet Concentrates in Regenerative Endodontic Treatment: A Systematic Review of Human Studies. *J Endod.* 45(1):20-30.e1
- Minic, S., Vital, S., Chaussain, C., Boukpepsi T. & Mangione, F. (2022). Tissue Characteristics in Endodontic Regeneration: A Systematic Review. *Int J Mol Sci.* 11;23(18):10534.
- Mittal, N. & Parashar, V. (2019). Regenerative Evaluation of Immature Roots using PRF and Artificial Scaffolds in Necrotic Permanent Teeth: A Clinical Study. *J Contemp Dent Pract.* 20(6):720-726.
- Nascimento, J. L. do., & Feitosa, R. A. (2020). Metodologias ativas, com foco nos processos de ensino e aprendizagem. *Research, Society and Development*, 9(9), e622997551. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7551>
- Nicoloso, G. F., Goldenfum, G. M., Pizzol, T. D. S. D., Scarparo, R. K., Montagner, F., Almeida Rodrigues, J. & Casagrande, L. (2019). Pulp Revascularization or Apexification for the Treatment of Immature Necrotic Permanent Teeth: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Pediatr Dent.* 43(5):305-313.
- Nygaard Östby, B. (1961). The role of the blood clot in endodontic therapy An experimental histologic study *Acta Odontologica Scandinavica.* 19(3-4):323-353.
- Ong, T. K., Lim, G. S., Singh, M. & Fial, A. V. (2020). Quantitative Assessment of Root Development after Regenerative Endodontic Therapy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Endod.* 46(12):1856-1866.e2.
- Panda, S., Mishra L., Arbildo-Veja, H. I., Lapinska, B., Lukomska-Szymanska, M., Khijmatgar, S., Parolia, A., Bucchi, C. & Fabbro, M. D. (2020). Effectiveness of Autologous Platelet Concentrates in Management of Young Immature Necrotic Permanent Teeth-A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cells.* 7;9(10):2241.
- Pereira, A. C., Oliveira, M. L., Cerqueira-Neto, A. C. C. L., Gomes, B. P. F. A., Ferraz, C. C. R., Almeida, J. F. A., Marciano, M. A. & D E-Jesus-Soares, A. (2020). Treatment outcomes of pulp revascularization in traumatized immature teeth using calcium hydroxide and 2% chlorhexidine gel as intracanal medication. *J Appl Oral Sci.* 25;28:e20200217.
- Priya, B. L., Singh, N., Mangalam, K. K., Sachdev, R. P. A., Jain, H. N. & Nagi, P. K. (2023). Success and Complication Rates of Revascularization Procedures for Immature Necrotic Teeth: A Systematic Review. *Cureus.* 30;15(12):e51364.

- Ragab, R. A., Lattif, A. E. A. E. & Dokky, N. A. E. W. E. (2019). Comparative Study between Revitalization of Necrotic Immature Permanent Anterior Teeth with and without Platelet Rich Fibrin: A Randomized Controlled Trial. *J Clin Pediatr Dent.* 43(2):78-85.
- Rahul, M., Lokade, A., Tewari, N., Mathur, V., Agarwal, D., Goel, S., Keshari, P., Sharma, S. & Bansal, K. (2023). Effect of Intracanal Scaffolds on the Success Outcomes of Regenerative Endodontic Therapy - A Systematic Review and Network Meta-analysis. *J Endod.* 49(2):110-128.
- Sabeti, M., Ghobrial, D., Zanjir, M., Costa, B. R., Young, Y. & Azarpazhooh, A. (2024). Treatment outcomes of regenerative endodontic therapy in immature permanent teeth with pulpal necrosis: A systematic review and network meta-analysis. *Int Endod J.* 57(3):238-255.
- Sellami, R., Van Holm, W., Meschi, N., Van Den Heuvel, S., Pauwels, M., Verspecht, T., Vandamme, K., Teughels, W. & Lambrechts, P. (2023). Regenerative endodontic procedures in immature permanent teeth with pulp necrosis: the impact of microbiology on the clinical and radiographic outcome. *Front Dent Med.* 4:1281337. doi: 10.3389/fdmed.2023.1281337
- Sequeira, D. B., Diogo, P., Gomes, B. P. F. A., Peça, J. & Santos, J. M. M. (2023). Scaffolds for Dentin-Pulp Complex Regeneration. *Medicina (Kaunas).* 60(1):7.
- Swaikat, M., Faus-Matoses, I., Zubizarreta-Macho, Á., Ashkar, I., Faus-Matoses, V., Bellot-Arcís, C., Iranzo-Cortés, J. E. & Montiel-Company, J. M. (2023). Is Revascularization the Treatment of Choice for Traumatized Necrotic Immature Teeth? A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med.* 12(7):2656.
- Ulusoy, A. T., Tureli, I., Cimen, M. & Cehreli, Z. C. (2019). Evaluation of Blood Clot, Platelet-rich Plasma, Platelet-rich Fibrin, and Platelet Pellet as Scaffolds in Regenerative Endodontic Treatment: A Prospective Randomized Trial. *J Endod.* 2019 May;45(5):560-566.
- Tomazoli, A. T. P., Cabau, L., Tolentino, E. ., Pavan, N. N. O. ., Tookuni, I. V. M., & Endo, M. S. . (2022). Avaliação das técnicas de inserção de MTA em dentes preparados apicalmente simulando rizogênese incompleta: estudo in vitro. *Research, Society and Development*, 11(11), e456111133745. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33745>
- Travassos, R. M. C. ., Acioli, A. C. R. ., Barbosa, A. M. C. ., Cruz, G. V. ., Melo, J. A. ., Souza, J. V. M. de ., & Menezes, M. L. S. de . (2022). Apicificação de dente com ápice aberto utilizando MTA: relato de caso. *E-Acadêmica*, 3(1), e2431115. <https://doi.org/10.52076/eacad-v3i1.115>
- Vatankhah, M., Najary, S. & Dianat, O. (2024). Clinical, Radiographic, and Histologic Outcomes of Regenerative Endodontic Treatment in Human Immature Teeth Using Different Biological Scaffolds: A Systematic Review and Meta-analysis. *Curr Stem Cell Res Ther.* 19(4):611-627.
- Wikström, A., Brundin, M., Romani Vestman, N., Rakhimova, O. & Tsilingaridis, G. (2022). Endodontic pulp revitalization in traumatized necrotic immature permanent incisors: Early failures and long-term outcomes-A longitudinal cohort study. *Int Endod J.* 55(6):630-645.
- Wikström, A., Romani Vestman, N., Rakhimova, O., Lazaro Gimeno, D., Tsilingaridis, G. & Brundin, M. (2024). Microbiological assessment of success and failure in pulp revitalization: a randomized clinical trial using calcium hydroxide and chlorhexidine gluconate in traumatized immature necrotic teeth. *J Oral Microbiol.* 16(1):2343518.
- Yang, F., Sheng, K., Yu, L. & Wang, J. (2024). 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.* 9;24(1):319.