

## REVASCULARIZAÇÃO PULPAR

Laís Albuquerque Ribeiro Pimentel<sup>1</sup>, Kércia Millena de Barros Silva<sup>1</sup>, Adriana Pachêco de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduação em Odontologia do Centro Universitário CESMAC

<sup>2</sup> Mestra em Endodontia, Professora no Centro Universitário CESMAC.

### Endereço correspondência

Laís Albuquerque Ribeiro Pimentel

Rua Professor José Da Silveira Camerino, 461/906.

57035-220 – Maceió, Alagoas

[laiis\\_pimentel@hotmail.com](mailto:laiis_pimentel@hotmail.com)

Recebido em 20 de novembro (2017) | Aceito em 15 de dezembro (2017)

### RESUMO

Tratar dentes necrosados e com rizogênese incompleta é um desafio que apresenta prognóstico duvidoso em função da longevidade, uma vez que as raízes permanecem frágeis, aumentando o risco de fratura. Dessa forma, fez-se necessário a realização de novas pesquisas em busca de um tratamento que permita a continuidade do desenvolvimento radicular, surgindo assim a revascularização pulpar, que proporciona condições para completo desenvolvimento radicular e fechamento apical. É de suma importância compreender o mecanismo de ação da revascularização, suas vantagens e desvantagens sobre os métodos convencionais e sua efetividade como tratamento. Este trabalho buscou por meio de uma revisão de literatura em diferentes bases de dados publicações sobre o tema entre os anos 2007 e 2017. Existe um grande número de protocolos descritos que variam de acordo com a solução irrigadora, número de sessões e quanto à medicação intracanal. A revascularização pode ser considerada um tratamento promissor e viável, entretanto, ainda são necessárias pesquisas que esclareçam melhor a constituição do tecido formado e o resultado clínico a longo prazo, além da busca de evidência para adoção de um protocolo clínico padronizado que permita a sua realização com segurança.

**Palavras-chave:** Polpa Dentária. Necrose da Polpa Dentária. Regeneração. Endodontia.

### ABSTRACT

Treating necrotic teeth and with incomplete rhizogenesis is a challenge that presents doubtful prognostic due to the longevity, since the roots remain fragile, increasing the fracture risks. Therefore, the need to perform new

researches looking for a new treatment that allows the continued root development has given rise to the pulp revascularization, which promotes conditions for complete root development and apical closure. It is paramount to understand the mechanism of action of revascularization and its strengths and weakness compared to conventional methods, as well as its effectivity as a treatment. In this paper we made a literature review about the subject by searching in some data bases publications between the years 2007 and 2017. We found that there is a great number of described protocols varying according to the irrigating solution, number of sections and regarding the intracanal medication. The revascularization may be considered as a promising and viable treatment; however there is still a need for new researches that better explain the formed tissues constitution, and long-term clinical results. In addition, the search for evidences in adopting a standard clinical protocol allowing it to be performed safely is also needed.

**Keywords:** Pulp. Dental Pulp Necrosis. Regeneration. Endodontics.

### 1. INTRODUÇÃO

A função primária da polpa é a produção de dentina. Esta se dá através de dentina primária durante o desenvolvimento precoce dos dentes, dentina secundária ao longo de toda a vida útil do dente, e dentina terciária sob estímulos patogênicos [1].

A inflamação pulpar é um processo complexo que apresenta uma grande variedade de reações neuronais, vasculares e interações, pode ser causada por cáries profundas ou traumatismos. O evento final do curso do pro-

cesso inflamatório é a necrose pulpar [2].

O tratamento endodôntico para os dentes que apresentam rizogênese incompleta é um desafio para a prática clínica. O preparo biomecânico fica limitado devido às paredes dentinárias finas do canal radicular, o que torna o elemento dental mais susceptível a fratura<sup>3</sup>. Nesses elementos, geralmente, são utilizados como tratamento os métodos de apicigênese, em dentes com polpa vital, e apicificação, em dentes com polpa necrosada [4].

Apicigênese é a complementação fisiológica da raiz em dentes que apresentam tecido pulpar ainda com vitalidade, pelo menos na porção apical do canal radicular, com presença de células viáveis na bainha de Hertwig [4,5]. Apicificação consiste em trocas sucessivas de pastas de hidróxido de cálcio, ou mesmo a confecção de um “stop” apical de MTA (Agregado de Trióxido Mineral), com objetivo de induzir a formação de uma barreira apical mineralizada, a qual irá possibilitar uma posterior obturação do canal radicular [6]. Tanto a apicificação, que demanda v arias sess oes tornando o tratamento longo, quanto o plug apical de MTA, compartilham a mesma desvantagem, não permitindo a continua o do desenvolvimento da raiz, resultando em estruturas finas e fr ageis [6,7].

A endodontia regenerativa surge apresentando algumas alternativas para o tratamento dessa condi o (rizogênese incompleta), como a revasculariza o por terapia de c elulas tronco e por coágulo sanguíneo [4]. A revasculariza o pulpar   uma alternativa promitente em dentes necrosados com rizogênese incompleta. Constitui um novo método de tratamento endodôntico que visa a forma o de um novo tecido no interior do canal radicular, permitindo que a raiz complete sua maturac o, evitando paredes finas e fr ageis, reduzindo assim, o risco de fratura da raiz [4,8,9].

Ela se baseia na desinfec o dos canais radiculares e na induc o de um sangramento na região periapical. O sangramento irá preencher o canal com coágulo sanguíneo e c elulas-tronco, induzindo assim a forma o de um novo tecido. As c elulas-tronco presentes no ligamento periodontal são estimuladas através da sobreinstrumenta o do canal radicular e se diferenciam em cemento-blastos, depositando tecido mineralizado nas paredes dentinárias [10].   de fundamental importância a elimina o de bactérias do sistema de canais radiculares, criando um arcabouço para a forma o de um novo tecido e prevenir a reinfec o através de um selamento coronário eficaz [11].

O presente trabalho tem por objetivo realizar uma revisão de literatura abordando os mecanismos de regenera o tecidual e os protocolos de revasculariza o utilizados no tratamento de dentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar.

## 2. Materiais e Métodos

A pesquisa pelas palavras-chave e seus cruzamentos foram realizadas utilizando a seguinte estratégia de busca, nos idiomas português e inglês. Foi realizada uma revisão de literatura direcionada para apontar estudos relacionados a utiliza o da revasculariza o pulpar como forma de tratamento endodôntico. Foram pesquisadas nas bases de dados PubMed, MEDLINE e LILACS, com busca entre os anos de 2007 a 2017. As palavras chaves utilizadas nesta revisão foram: “Polpa Dentária”, “Necrose da Polpa Dentária”, “Regenera o” e “Endodontia”.

A pesquisa das palavras-chaves e seus cruzamentos foram realizadas utilizando a seguinte estratégia de busca, nos idiomas português e inglês:

- Polpa dentária / Dental pulp.
- Necrose da polpa dentária / Dental pulp necrosis.
- Regenera o / Regeneration.
- Endodontia / Endodontics.
  - Polpa dentária AND Necrose da polpa dentária
  - Polpa dentária AND Regenera o
  - Polpa dentária AND Endodontia
  - Necrose da polpa dentária AND Regenera o
  - Necrose da polpa dentária AND Endodontia
  - Regenera o AND Endodontia

### 3. Revisão de Literatura

A polpa dental é um tecido conjuntivo frouxo situado no interior da cavidade pulpar. É responsável não somente pela vitalidade e saúde dos dentes, como também pela sensação de dor, defesa imunológica e reparação/regeneração de tecidos após lesões dentárias [12]. Quando a polpa sofre mudanças antes do desenvolvimento completo da raiz, devido a cárie, fratura ou exposição, o crescimento normal da raiz é interrompido, provocando deficiência tanto na proporção da coroa/raiz, como na espessura dentinárias, tendo como consequência a fragilidade das paredes dentinárias [4].

A regeneração (revascularização) pulpar consiste na desinfecção do sistema de canais radiculares, seguida da indução de um sangramento da região periapical, a qual irá preencher o canal radicular com coágulo sanguíneo. Então, células indiferenciadas provenientes da papila apical associadas aos fatores de crescimentos presentes, iniciarão a formação de um novo tecido no interior do canal radicular [13].

Iwaya, em 2001 [14], realizou o primeiro procedimento de revascularização pulpar em paciente. Ele apresentou um relato de caso de um pré-molar com diagnóstico de periodontite apical, que foi tratado com pouca instrumentação do canal radicular, irrigação com hipoclorito de sódio e peróxido de hidrogênio e uma pasta antibiótica com metronidazol e ciprofloxacina como medicação.

Os resultados foram promissores; em 15 meses após o tratamento foi observada a formação da ponte dentinária, e após 30 meses foi observado no exame radiográfico o fechamento apical e um aumento da espessura das paredes dentinárias. Houve a recuperação da vitalidade pulpar, mesmo que os novos tecidos não se pareçam ao tecido pulpar normal [14].

As células-tronco, ou células estaminais, são células indiferenciadas com grande potencial de proliferação e diferenciação em células especializadas. Dessa forma, as células-tronco são denominadas de totipotentes, pois possuem a capacidade de produzir outras células, as quais tem a capacidade de se diferenciar em células especializadas [1,4].

Existem dois tipos de células estaminais: células estaminais embrionárias e células estaminais adultas (ou células pós-natal), e essas são as mais importantes para

a revascularização pulpar, sendo encontradas em diversos locais do elemento dental [1,4].

Dentre os sítios de maior prevalência das células estaminais adultas estão a polpa, a papila apical e o ligamento periodontal. Essas células possuem a capacidade de induzir a regeneração dentina-polpa se diferenciando em células apropriadas e são as células mais envolvidas na revascularização [4].

Um componente indispensável para a formação dos tecidos, que deve proporcionar suporte tridimensional para que ocorra a organização, proliferação e diferenciação das células-tronco, é o coágulo sanguíneo, onde o novo tecido será formado [12,15]. Após a verificação da ausência de dor, o sangramento é provocado pela dilatação do tecido periapical com uma lima. Esse sangue vai servir de suporte para que as células-tronco vindas da papila apical possam se proliferar na região do canal e formar a dentina radicular. O coágulo deve ser estabilizado de 3 a 4 mm abaixo da junção amelocementária (cimento/esmalte) e selado com MTA [7,9,10,16,17].

A estrutura (coágulo) tem características físico-químicas, e um microambiente biológico tridimensional que favorece a adesão e a diferenciação das células-tronco. Ele contém colágeno e glicosaminoglicano, substâncias que se organizam de forma tridimensional e preenchem todo o canal, fornecendo estruturas naturais sobre as quais as células irão se reorganizar [11]. Para que aconteça a angiogênese, processo que consiste na formação de novos vasos a partir de vasos pré-existentes, é necessária uma sinalização tecidual, que é feita por fatores de crescimento liberados pelas células lesionadas presentes no local. Existem diversos fatores de crescimento no corpo humano, contudo, dois deles estão diretamente relacionados com a regeneração pulpar, são eles: o fator de crescimento fibroblástico e o fator de crescimento endotelial vascular [5,10,11].

Os fatores de crescimento são proteínas secretadas no meio extracelular como um sinal para que aconteça a morfogênese e organogênese do tecido. Pode-se indicar como componentes do processo de regeneração pulpar as seguintes proteínas: proteínas morfogenéticas ósseas, fator de crescimento fibroblástico, fator de crescimento transformador beta, interleucinas IL [1-13], fator estimulador de colônia e fator de crescimento endotelial vascular [8,10,14].

Os tecidos periapicais implicados na revascularização pulpar estão em condição de hipóxia, o que

provoca a liberação de sinalizadores extracelulares que levam a formação de novos vasos para esses locais. O fator de crescimento fibroblástico e o fator de crescimento endotelial vascular são liberados em condições de hipóxia e promovem um aumento na densidade dos vasos. Além de serem liberados pelas células lesionadas, eles são encontrados na dentina, que serviu como um reservatório, conseguindo liberar esses fatores constantemente, potencializando a formação do novo tecido. Ainda existe a possibilidade de irrigar o canal com estes fatores, durante o procedimento, aumentando sua disponibilidade no local, e conseqüentemente aumentando a angiogênese<sup>5</sup>. Existe uma grande variedade de protocolos de tratamento usando esta terapia que variam de acordo com a solução irrigadora (Hipoclorito de sódio ou Clorexidina), número de sessões (uma ou duas) e a medicação intracanal (Pasta tri-antibiótica, hidróxido de cálcio ou clorexidina) [2,8,10,12,18-22].

- Solução Irrigadora

Para que a revascularização aconteça, é fundamental que haja a eliminação dos microrganismos e do tecido necrótico do canal radicular. Frequentemente a revascularização começa com a desinfecção química dos canais radiculares, usando hipoclorito de sódio, nas diferentes concentrações de 6%, 5,25%, 2,5%, 1,25%, e gluconato de clorexidina que inclui concentrações de 2% e 0,12%, para se obter sucesso clínico [7,9,20,23].

A solução irrigadora exerce o papel de desinfecção primária. Elas devem ter propriedades bactericidas e bacteriostáticas, tendo ao mesmo tempo um efeito citotóxico mínimo sobre as células-tronco e os fibroblastos, permitindo sua sobrevivência e capacidade de multiplicação. As infecções pulpaes podem se espalhar para a região apical e criar um ambiente ácido no canal. A invasão bacteriana no sistema de canal radicular causa a formação de biofilme bacteriano que penetram nas paredes do canal, na entrada dos túbulos dentinários e na zona apical que contém a anatomia mais complexa [4].

O hipoclorito de sódio é a solução irrigadora mais utilizada, com melhor aceitação mundial e continua sendo a solução irrigadora de referência em endodontia. Possui como principais propriedades ação antimicrobiana e capacidade de dissolução de tecido orgânico, sendo usada nas diferentes concentrações que variam de 2,5 a 6%, todas apresentando resultados satisfatórios [12,15,17,22]. Apresenta ação de dissolução de tecido orgânico importante para a remoção de tecido necrosado, tem um amplo efeito antisséptico, pH elevado, contudo,

deve ser complementado por uma lavagem com solução salina para reduzir a citotoxicidade na região periapical. As concentrações recomendadas variam de 0,5% e 5,25%. A citotoxicidade do hipoclorito de sódio é proporcional à sua concentração. A concentração de hipoclorito de sódio a 2,5% parece ter maior eficiência e ausência de toxicidade [4].

Por sua vez, o gluconato de clorexidina possui excelente potencial antimicrobiano frente aos patógenos endodônticos e efeito residual, capacidade de depositar-se nos tecidos e ser liberado posteriormente, o que aumenta seu potencial antimicrobiano. A clorexidina tem sido usada em concentrações diferentes que variam de 0,12% a 2% para ser usada como solução irrigadora e medicação intracanal [12,15,17,22].

A clorexidina, na concentração de 2%, tem efeito sobre a cândida e bactérias gram-positivas. Ela consegue penetrar na dentina, depositando-se nesse local, sendo liberada por semanas, impedindo a reinfecção do canal radicular durante esse período. Porém, apesar dessa vantagem, a clorexidina não tem ação de dissolução eficaz [12,15,17,22].

Alguns estudos relatam que o emprego da clorexidina possa interferir as células-tronco, por manifestar efeitos citotóxicos e interferir na ligação das células estaminais do ligamento periodontal com as paredes do canal radicular. Além disso, tem sido relatado que as interações entre o Hipoclorito de sódio e o gluconato de clorexidina formam paracloroanilina, que é uma substância com potencial cancerígeno [7,17,22]. Estudos realizados em 2009 relataram que é viável a utilização de Hipoclorito de sódio e gluconato de clorexidina juntos na revascularização, desde que seja feita uma lavagem com solução salina estéril intercalando as irrigações, evitando a interação [15,17].

Além das soluções irrigadoras, é indispensável o uso de soluções quelantes na toaleta final, onde o EDTA, o ácido cítrico e o MTAD são as mais comuns [12,15,17,22]. Após a remoção da medicação intracanal, a irrigação final com solução quelante deve ser feita com 3ml de EDTA a 17% durante 3 minutos, seguida por irrigação com solução salina estéril devido à propriedade do EDTA sobre o condicionamento da dentina para que haja uma boa adesão de células-tronco [24].

O uso de equipamentos de ultrassom parece potencializar a ação da solução irrigadora, facilitando que esta penetre nas fendas de dentina, contudo, a ponta do aparelho não deve entrar em contato com as paredes do

canal [4].

- Medicação Intracanal

Hoshino e colaboradores em 1996, constataram que a medicação intracanal mais efetiva é composta pela associação de três antibióticos (metronidazol, monoclina e ciprofloxacina) que apresentou boa capacidade antimicrobiana contra os principais patógenos endodônticos. Contudo, essa medicação pode apresentar algumas desvantagens, como produzir a descoloração coronária e o desenvolvimento de resistência bacteriana e reações alérgicas [12,20].

Sabe-se que as infecções endodônticas têm colônias polimicrobianas, devido a essa característica elas são de difícil tratamento, já que algumas dessas bactérias apresentam resistência a substâncias como o hidróxido de cálcio. Buscando um aumento no espectro de cobertura, essa medicação foi desenvolvida contendo a associação dos 3 antibióticos, em forma de pasta. Essa pasta penetra na dentina e chega até as colônias nas áreas mais profundas, visando conseguir um ambiente estéril no interior dos canais radiculares, possibilitando um ambiente favorável para que a regeneração aconteça [12,25].

Essa pasta possui algumas desvantagens, como a geração de uma resistência bacteriana, a descoloração da coroa, e para essa desvantagem algumas propostas foram feitas na tentativa de prevenir essa descoloração. Elas variam desde a redução no tempo que a medicação fica no canal até a substituição da minociclina por cefaclor ou forfomicina [12,24].

O metronidazol é um antibiótico que tem como mecanismo de ação o aumento da permeabilidade da membrana celular da bactéria, atingindo o seu DNA e rompendo sua estrutura helicoidal, levando a morte celular. Tem um amplo espectro contra bactérias anaeróbias. A minociclina é um antibacteriano bacteriostático, e seu mecanismo de ação acontece pela inibição da síntese protéica. A ciprofloxacina é uma florquinolona, antibiótico bactericida. Ela age degradando o DNA e apresenta grande atividade contra gram-positivos [4,26,27].

Sönmez e colaboradores, em 2013, apresentaram um relato de caso de 3 dentes com lesão periapical, que foram tratados com a pasta proposta por Hoshino, e em todos os casos as lesões regrediram e o desenvolvimento

das raízes foi possível [28].

Levando em consideração os aspectos negativos da pasta tri-antibiótica, a indicação do hidróxido de cálcio para substituí-la tem sido relatada, isso é possível pelas propriedades antimicrobianas que o hidróxido de cálcio apresenta. A obtenção do sucesso na desinfecção dos canais radiculares é provavelmente devido ao pH alto, capacidade de solubilizar moléculas bioativas e de estimular a diferenciação celular. No entanto, a permanência do hidróxido de cálcio eleva o pH da região periapical, afetando as células-tronco presents [12,23].

O uso do hidróxido de cálcio pode ser uma alternativa promissora, tendo em vista as suas propriedades antimicrobianas, por não provocar descoloração da coroa, tem a capacidade de promover a liberação de fatores de crescimento e é de fácil manipulação e acesso na clínica diária [18].

Namour e Theys, em 2014, fizeram uma revisão comparando o hidróxido de cálcio com a pasta proposta por Hoshino, e chegaram a conclusão de que o hidróxido de cálcio fragiliza a raiz ainda em formação e provoca necrose nos tecidos periapicais, já a pasta de Hoshino cobre os espectros das bactérias do interior do canal, com pouco toxicidade para as células do ápice, dessa forma, o estudo indica a utilização da pasta como medicação [4].

Na tentativa de aumentar a eficácia e reduzir as desvantagens dessa medicação intracanal, foi proposto o uso da clorexidina gel a 2%. Ela apresenta propriedades antimicrobianas, efeito residual e baixa toxicidade, podendo ser uma alternativa segura [18].

- Número de Sessões

A proposta de tratamento da regeneração pulpar é realizada em duas sessões clínicas. Normalmente na primeira sessão é feita a limpeza dos canais radiculares, através de uma irrigação abundante com alguma substância química auxiliar, e em seguida é colocada a medicação intracanal que permanece até 21 dias. Durante a segunda sessão, o sangramento é induzido e um selamento cervical com MTA é realizado [12].

Shin e colaboradores, em 2009, relataram um caso clínico de revascularização pulpar em sessão única com uma abordagem mais conservadora, evitando a irritação apical e preservando o resto de tecido vital da polpa e

células-tronco da papila apical. Apesar de defender uma técnica mais conservadora, é provável que essa técnica de sessão única não seja aplicável a todos os casos de revascularização, pois dentes que apresentam a polpa completamente necrosada precisam de uma técnica mais agressiva para eliminar as bactérias do sistema de canais e dos tecidos periapicais [17].

A revascularização em poucas sessões só é viável em casos onde a necrose não tenha atingido o periápice, porque nesses casos a sintomatologia dolorosa impede que a medicação intracanal seja suspensa e o canal selado. O diagnóstico correto da situação é imprescindível antes da escolha do protocolo, porque essa situação influencia diretamente o resultado esperado das medicações [18].

Shin e colaboradores, em 2009, fizeram um relato de caso detalhado de um procedimento de revascularização bem-sucedido, no dente 45 em um paciente de 12 anos, eliminando a patologia periapical associada dentro de 19 meses. O elemento dentário foi tratado com soluções irrigadoras, com 6% de Hipoclorito de sódio e 2% de clorexidina, sem instrumentação e em uma única visita, obtendo um resultado satisfatório [17].

Kottor e Velmurugan em 2013, apresentaram um caso clínico de revascularização onde o protocolo foi de anestesia com vasoconstrictor, irrigação com hipoclorito de sódio 5,25%, medicação intracanal com a pasta triantibiótica e selamento coronário com Cavit. Após 3 semanas foi realizada a segunda sessão, onde foi removida a pasta, induzindo o sangramento e selamento com MTA. Concluíram então, que esse protocolo permitiu o desenvolvimento radicular e que para obter uma revascularização satisfatória, é necessário um tratamento com múltiplas sessões [7].

Embora não sejam claro quais os seus efeitos sobre as células estaminais da papila apical, a utilização da pasta triantibiótica, e o tratamento realizado em duas sessões podem ser a melhor escolha para dentes que apresentam a polpa completamente necrosada e para que se obtenha uma revascularização satisfatória [7,12,17].

- Selamento Coronário

Para que a revascularização obtenha sucesso, é importante se ter um selamento coronário bem adaptado, evitando assim uma reinfecção. A maioria dos estudos

relatados indica o uso de duplo selamento sobre o coágulo sanguíneo formado dentro do canal, de MTA e resina composta [4,29]. A utilização do MTA na porção cervical do canal causa a descoloração da coroa, com exceção do uso do MTA branco. Estudos in vitro mostraram que devido ao seu pH alto, o MTA pode causar um efeito de enfraquecimento nas paredes dentinárias, por um período de 2 semanas a 2 meses. Contudo, as amostras que foram seladas com ele aparentam recuperar suas propriedades mecânicas, como a resistência a fratura, depois de 1 ano [4,15,28].

Yang et al, em 2013, relataram um caso onde foi seguido o protocolo reportado pela maioria dos autores pesquisados, contudo não houve um sangramento para a formação do coágulo, dessa forma o uso de MTA como selamento não foi possível, sendo necessária à sua substituição pelo cimento de ionômero de vidro, material que apresenta boa biocompatibilidade [19].

O MTA, material a base de cimento de silicato de cálcio, vem sendo escolhido como material de escolha para a regeneração endodôntica, por apresentar boa biocompatibilidade, que permite a regeneração de novos tecidos adjacentes, dureza, e boa adaptação marginal. Alguns estudos em animais sobre a revascularização apontaram que na maioria dos casos uma ponte de cimento foi formada por baixo do MTA, o que pode ser explicado por suas propriedades osteoindutivas. A formação completa dessas pontes, ao longo do tempo, pode criar um selamento biológico abaixo do MTA [29-31].

- Proservação

Até 2003 foram relatados poucos casos em que houve falha na revascularização, o que sugere que o processo de desinfecção de canais proposta pela associação americana de endodontia é eficaz. A análise da desinfecção não pode ser feita histologicamente, ela se dá através da ausência de sintomatologia dolorosa [27].

Depois de 6 meses do tratamento de revascularização, já é possível observar, radiograficamente, a continuação do desenvolvimento radicular. Contudo, o tratamento de revascularização inclui o acompanhamento por um período que vai em média de 15 meses a 2 anos, para que haja a recuperação da vitalidade pulpar [15,17].

A revascularização pode continuar o desenvolvi-

mento das raízes dos dentes com polpas necrosadas. Em tratamentos onde não acontece a revascularização não há mudança na espessura e comprimento das raízes. O tecido formado nos canais se assemelhava a tecido periodontal [14].

No estudo de Kottor, 2013, o acompanhamento apontou evidências de progressivo aumento das paredes dentinárias, desenvolvimento da raiz e fechamento apical. Nos trabalhos de Nagata e Dissanayaka em 2014, a lesão periapical foi eliminada, o forame, antes aberto, mostrou-se fechado, e as paredes do canal foram espessadas [23,32].

- Tipo de Tecido Formado

A endodontia regenerativa tem como objetivo devolver a função da polpa em dentes necrosados e infectados. Contudo, há um consenso na literatura pesquisada, de que o tecido que se forma depois da revascularização não é parecido com o tecido pulpar [14,33].

Foi encontrado na maioria dos resultados, um tecido conjuntivo fibroso com áreas de tecido parecidas ao cimento no interior do canal, sugerindo que a revascularização oferece reparo ao invés de regeneração [34].

#### 4. Discussão

Albuquerque em 2014, definiu a revascularização pulpar como a substituição de tecido danificado por células idênticas às do tecido perdido, levando assim, ao reestabelecimento da função biológica. Nesses casos, células-tronco foram utilizadas para desenvolver um novo tecido, em um ambiente favorável, utilizando células indiferenciadas com alto potencial de diferenciação, estimuladas por fatores específicos de crescimento [4,10,20].

Segundo Alcalde, 2014, é de fundamental importância a eliminação de microrganismos, para ter sucesso na regeneração pulpar. As substâncias químicas mais utilizadas são o gluconato de clorexidina e o hipoclorito de sódio, os dois apresentam resultados satisfatórios. O hipoclorito de sódio tem melhor aceitação mundial, entre suas propriedades apresenta ação antimicrobiana e capacidade de dissolução de tecido orgânico [12,15,17,22].

Em contrapartida, alguns autores defenderam o uso do gluconato de clorexidina, por possuir um alto potencial antimicrobiano e efeito residual. Além disso, ela consegue permanecer na dentina por algumas semanas, impedindo a reinfecção do local durante esse período, em caso de infecção por cândida e bactérias gram-positivas [12,15,17,22].

Em dentes com necrose pulpar completa, alguns autores utilizaram o hidróxido de cálcio como medicação intracanal [18]. Porém a maioria deles, utilizam medicação triantibiótica para desinfecção dos canais. O uso de antibiótico tem uma maior comprovação clínica quando comparado ao hidróxido de cálcio para o tratamento da revascularização pulpar [4,12,14,17,27].

A pasta triantibiótica (Metronidazol, Ciprofloxacina e Minociclina) é utilizada como padrão ouro para medicação intracanal. Apesar de bons resultados, pode manifestar alguns efeitos colaterais como a descoloração da coroa devido à presença de minociclina. O hidróxido de cálcio, utilizado na revascularização pulpar como medicação, tem sucesso clínico e radiográfico. No entanto, um estudo mostrou que o mesmo poderia danificar os restos de células epiteliais [20]. Comparando os medicamentos mencionados, Namour e Theys [4] concluíram que a pasta triantibiótica apresentou um melhor resultado, visto que o hidróxido de cálcio deixa a raiz fragilizada e provoca necrose nos tecidos periapicais.

A maioria dos autores entrou em consenso de não haver instrumentação dos canais radiculares, mas Jesus Soares em 2013, mostra que a instrumentação mecânica nos terços cervical e médio do canal radicular, associado a um curativo composto de hidróxido de cálcio e clorexidina a 2%, leva a um desenvolvimento satisfatório da raiz e das células-tronco em dentes necrosados [18].

Lin e colaboradores realizaram um estudo onde comprovaram que o tecido formado na revascularização pulpar não apresenta as mesmas funções biológicas da polpa. É um tecido sem odontoblastos, sendo assim, não pode ser definido como polpa dentária. Eles concluíram que os tecidos encontrados nos canais eram cimento ou tecido ósseo, e tecido conjuntivo fibroso semelhante o do ligamento periodontal [35]. Apesar de não ser polpa, o tecido formado na revascularização permite o fechamento apical e desenvolvimento da raiz [33].

O acompanhamento dos casos clínicos de revascularização pulpar é essencial para verificar o sucesso clínico. É necessário um período de 6 meses, depois do tratamento, para avaliar o progresso do tratamento. O

período de acompanhamento varia de meses a anos, com diferentes resultados de desenvolvimento de raiz [20].

Uma das desvantagens do procedimento de revascularização é a falta de dados de acompanhamento a longo prazo, sobre a morfologia do canal radicular e composição celular pulpar após o procedimento em pacientes [17].

## 5. Conclusões

A revascularização é um tratamento promissor na endodontia, possibilitando que um dente com prognóstico duvidoso seja capaz de voltar a se desenvolver. As pesquisas recentes ainda não permitem a definição de um protocolo definitivo. Até o momento, várias propostas têm sido realizadas com o intuito de promover a desinfecção, fator primordial para o êxito do tratamento. Sobre evidenciar que tipo de tecido é formado, a literatura converge assertivamente para características distintas do que é considerado polpa dental. Dessa forma, tornam-se necessários mais estudos para esclarecer o tipo de tecido formado após a revascularização e para definição de um único protocolo clínico que evidencie resultados clínicos satisfatórios a longo prazo.

## REFERÊNCIAS

- [1] Zhang W, Yelick PC. Vital Pulp Therapy – Current Progress of Dental Pulp Regeneration and Revascularization. *International Journal of dentistry*. 2010;15(20):25-31.
- [2] Torabinejad M, Abu-tahun I. Management of teeth with necrotic pulps and open apices. *Endodontic Topics*. 2012;23:79-104.
- [3] Pace R, Giuliani V, Prato LP, Baccetti T, Pagavino G. CASE REPORT Apical plug technique using mineral trioxide aggregate : results from a case series. *International Endodontic Journal*. 2007;40(6):478–84.
- [4] Namour M, Theys S. Pulp Revascularization of Immature Permanent Teeth : A Review of the Literature and a Proposal of a New Clinical Protocol. *The Scientific World Journal*. 2014;2014.
- [5] Mullane EM. Effect of VEGF on the Revascularization of Severed Human Dental Pulp. *J Dent Res*. 2008;87(12):1144-48.
- [6] Petrino JA, Boda KK, Shambarger S, Bowles WR, Mcclanahan SB. Challenges in Regenerative Endodontics : A Case Series. *Journal of Endodontics*. 2010;36(3):536-41.
- [7] Kottoor J, Velmurugan N. Revascularization for a necrotic immature permanent lateral incisor : a case report and literature review. *International Journal of Pediatric Dentistry*. 2012;23(4):310-16.
- [8] Murray PE, Garcia-Godoy F, Hargreaves KM. Regenerative Endodontics : A Review of Current Status and a Call for Action. *Journal of Endodontics*. 2007;33(4):377–90.
- [9] Lovelace TW, Henry MA, Hargreaves KM, Diogenes A. Evaluation of the Delivery of Mesenchymal Stem Cells into the Root Canal Space of Necrotic Immature Teeth after Clinical Regenerative Endodontic Procedure. *Journal of Endodontics*. 2011;37(2):133–8.
- [10] Silva JP, Barcelos CA, Wagner MH, Reis MS. Revascularização Pulpar : uma realidade promissora. *Anais do Salão de Ensino e de Extensão*. 2017;93.
- [11] Bansal R, Jain A, Mittal S, Kumar T, Kaur, D. Regenerative Endodontics : A Road Less Travelled. *Journal of Clinical and diagnostic research:JCDR*. 2014;8(10):20.
- [12] Ducret M, Fabre H, Celle A, et al. Current challenges in human tooth revitalization. *Bio-Medical Materials and Engineering*. 2017;28(1):159–68.
- [13] Alcalde MP,Guimarães BM, Fernandes SL, et al. Revascularização pulpar : considerações técnicas e implicações clínicas. *Saluvita*. 2014;33(3):415-32.
- [14] Iwaya S, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract. *Dental Traumatology*. 2001; 17(4):185–7.
- [15] Tawfik H, Abu-Seida AM, Hashem AA, Nagy MM. Regenerative potential following revascularization of immature permanent teeth with necrotic pulps. *Egypt International Endodontic Journal*. 2013;46(10):910–922.
- [16] Reynolds K, Johnson JD, Cohenca N. CASE REPORT Pulp revascularization of necrotic bilateral bicuspids using a modified novel technique to eliminate potential coronal discoloration : a case report. *International Endodontic Journal*. 2009;42(1):84-92.
- [17] Raju SMK, Yadav SS, Kumar SR. Revascularization of Immature Mandibular Premolar with Pulpal Necrosis - A Case Report. *Journal of clinical and diagnostic research. JCDR*. 2014;8(9):29.
- [18] Shin SY, Albert JS, Mortman RE. CASE REPORT One step pulp revascularization treatment of an immature permanent tooth with chronic apical abscess : a case report. *Endodontic Journal*. 2009;42(12):1118–26.
- [19] Soares ADJ, Lins FF, Nagata JY, Paula B, Almeida F De, Zaia AA, et al. Pulp Revascularization after Root Canal Decontamination with Calcium Hydroxide and 2 % Chlorhexidine Gel. *Journals of Endodontics*. 2013;39(3):417–27.
- [20] Yang J, Zhao Y, Qin M, Ge L. Pulp Revascularization of Immature Dens Invaginatus with Periapical Periodontitis. *Journal of Endodontics*. 2013; 39(2):288–92.

- [21] Albuquerque MTP, Nagata JY, Soares ADJ, Zaia AA. Pulp revascularization: an alternative treatment to the apexification of immature teeth. *RGO-Revista Gaúcha de Odontologia*. 2014;62(4):401–10.
- [22] Ashiry EAE, Farsi NM, Abuzeid ST, Ashiry MME, Bahammam HA. Dental Pulp Revascularization of Necrotic Permanent Teeth with Immature Apices. *Clinical Pediatric Dentistry*. 2016;40(5):361–6.
- [23] Trevino EG, Patwardhand AN, Henry MA, et al. Effect of Irrigants on the Survival of Human Stem Cells of the Apical Papilla in a Platelet-rich Plasma Scaffold in Human Root Tips. *Journal of Endodontics*. 2011;37(8):1109–15.
- [24] Nagata JY, Gomes BPFA, Lima TFR, et al. Traumatized Immature Teeth Treated with 2 Protocols of Pulp Revascularization. *Journal of Endodontics*. 2014;40(5):606-12.
- [25] Kim JH, Kim Y, Shin SJ, Park JW, Jung IY. Tooth Discoloration of Immature Permanent Incisor Associated with Triple Antibiotic Therapy : A Case Report. *Journal of Endodontics*. 2010;36(6):1086–91.
- [26] Garrido-Mesa N, Zarzuelo A, Gálvez J. Minocycline : far beyond an antibiotic. *British Journal of Pharmacology*. 2013;169(2): 337-352.
- [27] Johnston D, Choonara YE, Kumar P, Toit LC, Vuuren SV, Pillay V. Prolonged Delivery of Ciprofloxacin and Diclofenac Sodium from a Polymeric Fibre Device for the Treatment of Peridontal Disease. *BioMe recherche international*. 2013;2013.
- [28] Sonmez IS, Akbay AB, Almaz ME. Revascularization/Regeneration Performed in Immature Molars: Case Reports. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2013;37(3):231-48.
- [29] Nosrat A, Seifi A, Asgary S. Regenerative Endodontic Treatment ( Revascularization ) for Necrotic Immature Permanent Molars : A Review and Report of Two Cases with a New Biomaterial. *Journal of Endodontics*. 2011;37(4):562–7.
- [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. *Journal of Endodontics*. 2008;34(8):919–25.
- [31] Formosa LM, Mallia B, Camilleri J. Mineral trioxide aggregate with anti-washout gel – Properties and microstructure. *Dental Materials*. 2013;29(3):294-306.
- [32] Dissanayaka WL, Zhu L, Hargreaves KM, Jin L, Zhang C. Scaffold-free Prevascularized Microtissue Spheroids for Pulp Regeneration. *Journal of Dental Research*. 2014;93(12):1296-1303.
- [33] Cao Y, Song M, Kim E, et al. Pulp-dentin Regeneration : Current State and Future Prospects. *Journal of dental research*. 2015;94(11):1544-51.
- [34] Conde MCM, Chisini LA, Sarkis-Onofre R, Schuch HS, Nor JE, Demarco FF. *International Endodontic Journal*. 2016;50(9):860-74.
- [35] Lin LM, Ricucci D, Huang G. Regeneration of the dentine-pulp complex with revitalization/revascularization therapy : challenges and hopes. *International Endodontic Journal*. 2014;47(8):713-724.