

Pulpotomia: Uma viagem pelos produtos disponíveis ao longo do tempo



<https://doi.org/10.56238/sevened2023.007-091>

Rogério Emílio de Souza

Doutor em Endodontia : Universidade de São Paulo em Bauru/SP - FOB-USP - 2005

Especialista e Mestre em Endodontia: Universidade de Ribeirão Preto/SP -UNAERP-2002

Graduação em Odontologia UNESP-Araçatuba/SP-1995

Especialista em Implantodontia: ABO Palmas/TO - 2011

Especialista em Bioquímica Odontológica e Saúde Bucal -FMSP-2021

Especialista em Economia Brasileira Contemporânea - FMSP-2022

Graduando em Direito - UNISULMA Imperatriz/MA (em andamento)

RESUMO

The objective of this chapter is to present two preventive techniques of pulp therapy, with a view to avoiding pulpectomy, and to explain the medications used in such procedures.

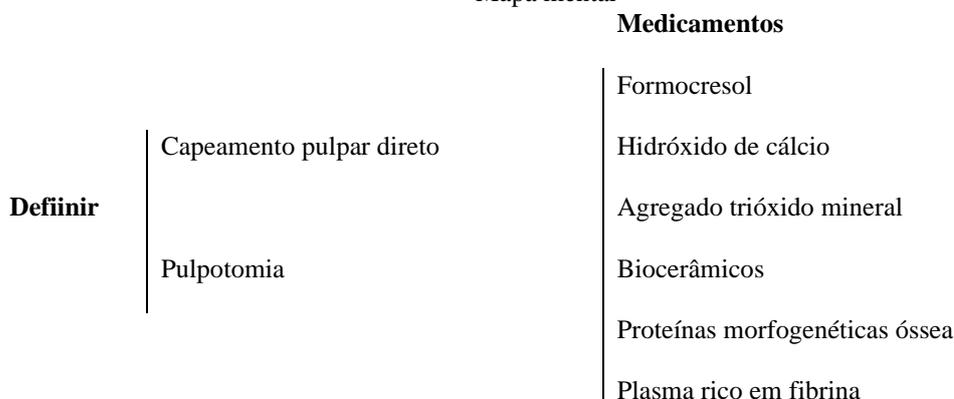
Palavras-chave: Pulpotomia, Terapia, Medicamentos.

1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo tem o objetivo de expor duas técnicas preventivas da terapia pulpar, com visão a evitar a pulpectomia, e explanar sobre os medicamentos utilizados perante tais procedimentos.

Logo, ao final do exposto, o leitor deve estar apto a definir capeamento pulpar direto e pulpotomia, além de estar familiarizado com os medicamentos até o presente disponíveis no mercado para execução dos procedimentos em questão e, finalizando, com o processo de revascularização tecidual pulpar.

Mapa mental



O avanço da biotecnologia tem proporcionado significantes mudanças no âmbito da engenharia tecidual e, com isso, terapias regenerativas como a revascularização pulpar vem ganhando espaço na endodontia, principalmente, frente os tratamentos dos dentes permanentes imaturos.



O capeamento pulpar direto e a pulpotomia são técnicas que visam a conservação do dente na arcada, através da manutenção da vitalidade pulpar, que foi comprometida por tecido cariado ou alguma fratura da coroa dental.

Apesar da utilidade de ambas as técnicas e sua vasta possibilidade de uso para tratamentos em dentes decíduos e permanentes jovens, há um grande número de cirurgiões-dentistas não familiarizados com suas particularidades, inclusive com dificuldades do manejo das referidas técnicas, bem como os medicamentos disponíveis.

Soma-se, ainda, que hodiernamente, o número crescente de produtos destinados a tal procedimento ganhou novas e inéditas opções. Entretanto, a diversidade dos materiais não é grandeza diretamente proporcional ao conhecimento da técnica e uso, das opções de materiais, na prática clínica, logo, os resultados podem variar de forma negativa, principalmente, como escrito no parágrafo anterior, devido domínio da técnica.

Vale mencionar que até o presente momento, um composto químico tido como ideal, para a realização do capeamento pulpar direto e pulpotomias não foi alcançado. No entanto, o sucesso do tratamento é alto quando o diagnóstico é preciso e emprega-se a técnica de maneira assertiva.

Dentre os produtos mais antigos temos alguns, dignos de nota, como pode-se citar o formocresol, tricresol formalina, hidróxido de cálcio, mineral trióxido mineral (MTA) e compostos biocerâmicos. A utilização de laser terapia (FERNANDES, 2012), sulfato férrico (COSTA, 2011; PENG, 2007) e peptídeos de defesa do hospedeiro (PDHs) podendo atuar de forma isolada ou em combinação com outras biomoléculas (MARTINS, 2019) são mais recentes. Atualmente, há utilização de plasma rico em fibrina (PRF) (Wu *et al.*, 2023) com resultados satisfatórios, segundo publicações dos autores.

Entretanto, quando indicada e possível, uma técnica prévia a pulpotomia conhecida como capeamento pulpar direto pode ser executada. E, conseqüentemente, se há o capeamento direto também existe o indireto, todavia, aqui abordar-se-á sobre o capeamento direto, uma vez que a pulpotomia segue em seqüência e o indireto não exige tamanho arsenal de medicamentos.

1.1 CAPEAMENTO PULPAR DIRETO

O capeamento pulpar é uma medida importante e muito usada no cotidiano da prática odontológica, inclusive com visão preventiva em crianças e adolescentes, quando realizado de forma consciente, baseado em um bom diagnóstico da condição pulpar no momento da exposição, pode prevenir o dente de sofrer uma intervenção endodôntica invasiva. Além do hidróxido de cálcio, outros materiais vêm sendo testados quanto a sua ação em promover o reparo pulpar pela formação de ponte de dentina, após capeamento pulpar direto. Uma das alternativas de materiais viáveis para o capeamento pulpar são as cerâmicas à base de fosfatos de cálcio, destacando-se a hidroxiapatita (HAp)



e o fosfato tricálcico (β -TCP). Estes materiais não promovem a formação de área necrótica, característica da utilização do hidróxido de cálcio, são biocompatíveis e favorecem o reparo do tecido pulpar.

A diferença entre a técnica do capeamento pulpar direto e a pulpotomia está ligada, unicamente, na preservação da estrutura dental remanescente, onde aquela remove-se o tecido cariado e, acidentalmente, atinge o tecido pulpar, teto da câmara pulpar, expondo o tecido da polpa em dimensões reduzidas, geralmente, 1 mm²; a técnica da pulpotomia, por sua vez, abrange, obrigatoriamente, a remoção do teto da câmara pulpar, ou seja, a mesma técnica da abertura coronária em pulpectomias, porém, sem invadir os canais radiculares, quer seja no terço cervical e médio.

1.2 TÉCNICA DA PULPOTOMIA

Os primeiros passos são anamnese, exame clínico e análise radiográfica. A coroa dental deve apresentar remanescente dental suficiente para receber o material restaurador sem necessidade de núcleo ou pino intrarradicular, caso contrário, a pulpotomia está descartada, passando para a pulpectomia.

A pulpotomia é preconizada em uma única sessão, técnica imediata, ou em duas sessões, técnica mediata.

Na técnica mediata, após a remoção da polpa coronária e obtenção da hemostasia, geralmente, com auxílio de irrigações de soro fisiológico e bolinha de algodão, estéril, na câmara pulpar, embebida em uma associação medicamentosa de corticosteroide e antibiótico, obtém-se controle do quadro de sangramento, então, coloca-se nova bolinha de algodão estéril, o qual a mesma permanecerá por 48/72 horas, finalizando a proteção com material restaurador provisório. Transcorrido tal período, a recomendação é a remoção do restaurado provisório e bolinha de algodão, sem anestesia, e segue-se para os procedimentos da técnica imediata (HOLLAND & SOUZA, 1970; HOLLAND *et al.*, 1979; HOLLAND & SOUZA, 1984; HOLLAND *et al.*, 1991)

Na técnica imediata, após a remoção da polpa coronária, se controla o sangramento com bolinha de algodão estéril embebida em uma associação medicamentosa de corticosteroide e antibiótico por 5 minutos seguido por recobrimento com hidróxido de cálcio PA e restauração final do dente. Nessa técnica, a restauração definitiva do dente será realizada na mesma sessão, evitando que ocorra deslocamento ou fratura da restauração provisória, podendo haver uma infiltração bacteriana antes da formação da ponte dentinária (ASSED, 2005). O uso de uma solução anti-inflamatória antes do hidróxido de cálcio tem propriedades terapêuticas que ajudam na cicatrização pulpar (NETO *et al.*, 2015).

Cabendo lembrar que o isolamento absoluto é condição obrigatória em ambas as técnicas. Após a remoção do tecido cariado com auxílio de brocas esféricas, diâmetro compatível com a cavidade,



montadas em baixa rotação, passa-se a eliminação do teto pulpar através de fresas do tipo “Endo Z” montadas em alta rotação e irrigação constante, sendo que ao término, havendo remanescente pulpar na câmara, essa deve ser removida com curetas afiadas e irrigações com soro fisiológico.

Sobre as duas técnicas, a escolha pela imediata ou mediata está, exatamente, no ambiente em questão, em casos de atendimentos ao público em unidades básica de saúde (UBS) e centro de especialidades odontológica (CEO) a indicação é a técnica imediata, em clínicas e consultórios particulares pode optar pela mediata.

2 MATERIAIS UTILIZADOS EM PULPOTOMIAS

2.1 PULPOTOMIA COM FORMOCRESOL

O formocresol é um antigo químico, comumente, empregado na técnica de pulpotomia devido seu sucesso clínico e radiográfico com resultados favoráveis, seu uso, atualmente, é questionado devido análise histológicas.

Depois de sua aplicação sobre a polpa, observam-se quatro camadas:

Primeira camada: de tecido fixado;

Segunda camada: com número reduzido de células e fibras (atrofiada);

Terceira camada: com uma concentração de células inflamatórias;

Quarta camada: de tecido normal.

No entanto, as análises histológicas mostraram desde inflamação leve até grave, chegando a uma total degeneração e necrose pulpar (CORRÊA, 2005). ANTONIO *et al.* (2002) investigaram os efeitos do formocresol através de revisão bibliográfica e observaram havia necrose de coagulação, reação inflamatória crônica e reabsorção dentinária em alguns casos. Logo, iniciando-se assim, entre outros tantos trabalhos os questionamentos para uso de tal substância.

Com finalidade de dados frente ao uso do formocresol, COHEN & HARGREAVES (2008) analisaram que ao final da década de oitenta as faculdades de Odontologia norte americanas preconizavam tal substância nos departamentos de odontopediatria. Posteriormente, observações de KRAMER *et al.* (2008) relataram que tal substância também é a mais ensinada na maioria das faculdades de odontologia brasileira.

2.2 PULPOTOMIA COM HIDRÓXIDO DE CÁLCIO

Em 1929, HESS descreveu pela primeira vez, a técnica de pulpotomia com hidróxido de cálcio, todavia, devido baixos casos de sucesso obtidos nas décadas de 50 e 60 levou a dúvidas quanta a sua eficácia para tal procedimento.



Dentro das substâncias, tradicionais em uso pelo Sistema Único do Saúde (SUS), o formocresol e o hidróxido de cálcio ganham destaque sobre as demais substâncias, por três razões, bastante claras e práticas, a saber:

- 1º- Valor baixo,
- 2º- Acesso e facilidade de uso,
- 3º- Resultados positivos.

O hidróxido de cálcio na sua forma pura é um pó branco, possuindo pH aproximado de 12.4, conferindo-lhe propriedades como estimulantes de mineralização e agente antimicrobiano.

Este material tende a ser o componente de pastas, soluções irrigadoras, cimentos e forradores de cavidades e obturadores de canais radiculares (CONSOLARO *et al.* 1997). A alcalinidade produzida pelo hidróxido de cálcio, causa necrose por coagulação, estimulando a formação de um tecido duro diretamente adjacente a interface do material e da exposição. Quando o hidróxido de cálcio é aplicado diretamente no tecido pulpar, há efeito cáustico originando uma camada de necrose superficial. Surgem zonas de granulação compostas por matéria orgânica mineral, percussoras da ponte de mineralizada, que podem apresentar-se de forma irregular, evidenciando-se inflamação crônica do tecido pulpar (SOARES, 1992).

Os resultados demonstraram que a ponte dentinária formada pelo hidróxido de cálcio PA, apresentou-se mais espessa e organizada nos maiores intervalos de tempo e com reconstituição da camada odontoblástica. (HOLLAND *et al.*, 1979; HOLLAND & SOUZA, 1984; HOLLAND *et al.*, 1991; PINTO, 1999).

O uso de corticosteróide associado com o antibiótico diminui a inflamação, além de aliviar a pressão intra-pulpar, favorecendo a atuação do hidróxido de cálcio, inclusive, com propriedades de estimular a remineralização do tecido em contato e, devido seu pH, atividade antimicrobiana. Tudo somado, coloca o hidróxido de cálcio, apesar de antigo, como um poderoso aliado nas pulpotomias e capeamento pulpar direto.

2.3 PULPOTOMIA COM AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL (MTA)

O material MTA foi, inicialmente, indicado para selamentos de comunicações dentais com o meio externo periodontal.

Algumas propriedades do MTA são dignas de notas, como por exemplo, alta alcalinidade, baixa solubilidade (AABEDI & INGLE, 1995; TORABINEJAD *et al.* 1995), excelente selamento marginal, capacidade antimicrobiana (ESTRELA *et al.*, 2000), radiopacidade, estabilidade dimensional, resistência à compressão e elevada biocompatibilidade, com formação de barreira de tecido mineralizado pela polpa dentária em maior quantidade e qualidade que o hidróxido de cálcio (TORABINEJAD & CHIVIAN, 1999; HOLLAND *et al.* 2001; HOLLAND *et al.* 2001).



O MTA apresenta propriedades e mecanismos de ação semelhantes ao consagrado hidróxido de cálcio, porém, com algumas características superiores no quesito selamento (SOUZA *et al.* 2003).

No tocante a formação de tecido mineralizado o mecanismo de ação entre o MTA e o hidróxido de cálcio são parecidos. O efeito inicial do MTA na superfície da polpa exposta produz uma camada superficial de estruturas cristalinas com presença do óxido de cálcio e fosfato de cálcio. O óxido de cálcio reage com os fluidos teciduais e ocorre a formação de hidróxido de cálcio. A partir dessa fase, os dois materiais agem da mesma forma. Uma matriz extracelular rica em fibronectina é secretada em íntimo contato com esses cristais, formando o passo inicial da formação de tecido duro. Células colunares sofrendo polarização nuclear e citoplasmática começam a se organizar ao longo das estruturas cristalinas. Esta reação imediata indica estimulação da atividade biossintética das células pulpares, mas tem-se dúvida de que seja uma estimulação direta da formação de dentina reparadora (PITT FORD *et al.* 1996).

A formação de uma camada odontoblástica adjacente ao material também se deve à capacidade do material MTA estimular a produção de citocinas (interleucinas), que estão diretamente envolvidas na estimulação de células formadoras de tecido mineralizado, como tecido ósseo e dentinário. A deposição de tecido mineralizado próximo ao MTA também ocorre devido à sua capacidade de selamento evitando contaminação bacteriana e à pequena suscetibilidade à dissolução, biocompatibilidade e alcalinidade (ELMAS *et al.* 2023)

Diante de tais propriedades e resultados positivos, não tardou para o MTA ser o material de primeira escolha em procedimentos conservadores como pulpotomias e capeamento pulpar direto. Todavia, o valor do produto “é o calcanhar de Aquiles” para o produto nas redes públicas de atendimento.

2.4 PULPOTOMIA COM BIOCERÂMICOS

Cimentos biocerâmicos são materiais cerâmicos inorgânicos, não metálicos e biocompatíveis utilizados nos campos da medicina e odontologia. De forma geral, contém de alumina, zircônia, vidro bioativo, cerâmica de vidro, silicato de cálcio, hidroxiapatita e fosfatos de cálcio.

São classificados de acordo com a interação, a qual apresentam frente aos tecidos, conforme abaixo:

- Bioinertes: Não causam reações biológicas adversas nos tecidos circundantes (alumina e zircônia).
- Bioativos: Aqueles que não se degradam, mas interagem com o tecido circundante (vidro, fosfato de cálcio, hidroxiapatita).
- Biodegradáveis: Estes são solúveis ou reabsorvíveis (gesso e fosfatos tricálcio)



Os cimentos biocerâmicos podem ser divididos de acordo com a sua utilização, e podem ser utilizados para o preenchimento de canais radiculares ou como cimentos restauradores (GHONEIM *et al.* 2011).

Dentro da função restaurativa, são utilizados nos capeamentos pulpares de exposições da polpa dentária sem patologia ou sintomatologia prévia, e têm demonstrado uma boa taxa de sucesso devido à sua capacidade de selamento, baixa solubilidade e ótimas propriedades mecânicas (REYES-CARMONA *et al.*, 2010)

Podem ser utilizados nas perfurações por um procedimento endodôntico. A escolha do cimento biocerâmico é determinada pela área e acessibilidade do local da perfuração, a capacidade de controlar fluidos e fatores estéticos HUANG *et a.*, 2015; BILLIS, CHONG, 2019)

Em particular, frente aos dentes com ápices abertos, os cimentos biocerâmicos atuam atuar como uma barreira apical osteocondutora porque a liberação contínua de íons, cálcio e fosfato, permitem ao cimento biocerâmico participar no processo de regeneração e remineralização dos tecidos duros, melhorando a capacidade de selamento pela aposição de cristais de hidroxiapatita na interface (TRAN *et al.*, 2016).

Algumas características dos biocerâmicos utilizados na endodontia são dignas de nota, como podemos citar:

- 1)- Capacidade de penetração nos túbulos dentinários e resistência a fratura (OSIRI *et al.*, 2016; KHALIL *et al.*, 2020);
- 2)- Capacidade de selamento e remineralização (precipitação do cálcio e fosfato) (JUEZ *et al.*, 2019; JIMÉNEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2020);
- 3)- Radiopacidade, atividade antimicrobiana, biocompatibilidade e toxicidade (ORSTAVIK, 2005; CANDEIRO *et al.*, 2012; POGGIO *et al.*, 2017; JIMÉNEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2019).

Tudo somado, pode evidenciar que os cimentos biocerâmicos são biocompatíveis e a resposta inflamatória dos tecidos em contato com o material é mínimo e controlado, são estáveis, não sofrem contração; pelo contrário, têm expansão e não reabsorvem. Possuem a capacidade de produzir hidroxiapatite, gerando uma ligação química entre a dentina e o material de preenchimento.

O pH é alcalino tendo assim uma alta atividade antibacteriana. São fáceis de manipulação e manuseio,

Não fica difícil arguir que os cimentos biocerâmicos têm um futuro muito promissor na sua aplicação para a terapia endodôntica, todavia, mais uma vez, a indicação é para as clínicas e consultórios particulares, uma vez que o custo de tais cimentos giram em torno de 30 a 50% do valor do salário mínimo vigente, o que limita seu emprego na rede pública.



2.5 PULPOTOMIA COM PROTEÍNAS MORFOGENÉTICA ÓSSEA (BMP)

As pesquisas biomoleculares, sobre o desenvolvimento e reparação óssea, permitiram a descoberta da família de proteínas reguladoras da formação óssea e cartilaginosa (BMP- *Bone Morphogenetic Protein*), capaz de estimular a regeneração dentinária. A BMP pode iniciar a neoformação óssea quando implantada em sítio extra- ósseo. A resposta tecidual ao implante de BMP ocorre de modo similar ao desenvolvimento ósseo embriológico, possibilitando a formação e o desenvolvimento da reparação na osteogênese pós-natal.

O fator BMP também pode induzir a formação de dentina, sempre que aplicada diretamente sobre a polpa dentária, e é nesse exato ponto que a Odontologia se atentou.

As proteínas morfogénéticas são encontradas na matriz orgânica da dentina e no osso, podendo ser sintetizadas pela terapia de gene recombinante, usando vetor viral (GONÇALVES; GUIMARÃES; GARCIA, 1998).

As BMPs são fatores de crescimento multifuncionais, pertencentes à super família do TGF- β (Fator de Crescimento Transformador- beta) (JIN et al. , 2003).

As BMPs são produtos do metabolismo de osteoblastos, de odontoblastos e de várias células tumorais, as quais são armazenadas em forma concentrada no osso, dentina e em células neoplásicas do osteossarcoma. Os genes produtores de BMPs, identificados por técnicas de DNA recombinante, têm sido utilizados para sintetizar BMP recombinante (rBMP) em culturas de células de mamíferos, produzindo proteínas altamente ativas e potencialmente disponíveis, e ainda em maiores frações do que era anteriormente possível.

A atuação das BMPs originadas de diversos animais foi comparada efetuando-se sua implantação em músculos de ratos. Independentemente da espécie animal de onde foi extraída, a BMP promoveu osteoindução. GONÇALVES, GUIMARÃES E GARCIA (1998) comentaram que utilizando testes *in vivo* de formação óssea ectópica, uma família de nove BMPs já foi identificada. Nestes testes, uma amostra de proteína a ser testada, associada a um carreador inerte, é liofilizada e implantada no tecido subcutâneo de camundongos. Após um período determinado, as amostras são recolhidas e processadas, avaliando-se a atividade osteoindutora.

A análise da identidade das BMPs permite sua divisão em várias subfamílias. O exame da seqüência de aminoácidos das BMPs demonstrou serem as BMP-2 e BMP-4 pertencentes ao subgrupo mais relacionado.

Essas proteínas apresentam 86% de seqüência de aminoácidos idênticas entre si e, idênticos em 33-35% com TGF- β .

O segundo subgrupo, formado por BMP-5, BMP-6 (Vgr-1), BMP-7 (OP-1) e BMP-8 (OP-2), exibe cerca de 73-83% de aminoácidos similares entre si. A BMP-3, também chamada de osteogenina, sendo uma proteína diferente, forma sozinha o terceiro subgrupo, com 45% da seqüência de



aminoácidos idêntica à BMP-2. A BMP-1 distinguiu-se das demais BMPs por não apresentar atividade morfogenética e não pertencer à família do TGF- β , sendo hoje considerada como pró-colagênio C proteinase.

Uma subfamília de proteínas similares à BMP, importantes na formação óssea, foi denominada de fator de crescimento e diferenciação 5 (GDF- 5) ou proteína morfogenética derivada de cartilagem 1 (CDMP-1), GDF-6 ou CDMP-2, e GDF-7 ou BMP-12.

Estas proteínas são homólogas entre si, e 46-57% idênticas da BMP-2 e até BMP-8. Embora a função exata e a inter-relação de cada BMP não estejam ainda completamente esclarecidas, evidências indicam sua atuação como parte de uma cascata complexa de fatores reguladores de diferenciação celular, aumentando a expressão de condroblastos e osteoblastos em sítios ósseos lesados

HU *et al.* (1998) acreditaram que a aplicação de fatores de crescimento como sinal morfogenético, na polpa irritada, pode limitar a resposta inflamatória, acelerar a regeneração tecidual e levar à deposição de dentina mineralizada de qualidade fisiológica. Com isso, citam que a vantagem desse procedimento é diminuir a possibilidade de necrose pulpar ou calcificação secundária em demasia, devido à irritação tecidual, induzida pelo hidróxido de cálcio. Os fatores de crescimento também podem produzir uma resposta mais consistente com menos casos de formação excessiva de dentina reparativa. Um grupo de cinco fatores de crescimento, TGF- β 1 (Fator de Crescimento de Transformação- beta1), EGF (Fator de Crescimento Epidermal), bFGF (Fator de Crescimento de Fibroblasto básico), IGF-II (Fator de Crescimento II tipo insulina), PDGF-BB (Fator de Crescimento Derivado de Plaquetas-BB), que funcionam normalmente durante o reparo da ferida e regeneração tecidual foram analisados pela equipe, inclusive, com indicação para uso como medicação em capeamento pulpar direto.

Concluíram que o TGF-beta1 induziu a uma ponte de dentina reparativa ideal em três semanas, sendo que esse resultado não foi observado com as medicações de capeamento pulpar convencionais, como o Dycal, sugerindo que futuros regimes pulpares provavelmente serão baseados em estratégias fisiológicas. Embora este estudo não tenha demonstrado reparo melhorado com PDGF-BB, bFGF, EGF, ou IGF-2, estes fatores demonstraram potencial clínico quando usados em combinações.

Devo atentar, como responsável pelo capítulo, que o produto Dycal não é o melhor produto para o estudo das propriedades do hidróxido de cálcio, por questões já abordadas no passado, como por exemplo, solubilidade e difusão tecidual.

BARTOLD *et al.* (1998) relataram que muitos estudos, *in vivo*, demonstraram que o hormônio do crescimento (GH) é capaz de formar tecidos duros, como: osso, dentina, esmalte e cimento. Estudos *in vitro* mostraram que o GH tem a capacidade de estimular a proliferação de osteoblastos, incluindo os osteoblastos da medula marrom, e induzir marcadores da formação óssea como as BMPs. Diante disto, os pesquisadores aventaram a hipótese de que o GH e o fator de crescimento insulínico (IGF-1)



são capazes de aumentar a expressão da BMP-4 (envolvida nos estágios iniciais da formação do dente) e da BMP-2 (envolvida nos estágios tardios da formação do dente, onde a BMP-2 media as interações epitélio- mesenquimal). Os resultados obtidos aumentaram a possibilidade das BMPs mediar as ações osteogênicas locais do GH e IGF-1, e reforçou a visão que o GH poderia agir através da mediação de outros fatores além do IGF-1.

BENGTSON *et al.* (2004) utilizaram rhBMP-2 como medicamento em pulpotomia de dentes decíduos humanos com o objetivo de estimular a formação de tecido dentinário. Os autores utilizaram dez molares decíduos com indicação de pulpotomia, confirmada após avaliação clínica e radiográfica. Em cinco dentes foi utilizada a rhBMP-2 com arcabouço de ácido poliláctico/poliglicólico e, nos outros cinco foi utilizada rhBMP-2 com arcabouço de colágeno. Os autores verificaram após dez meses do capeamento pulpar direto realizado com rhBMP-2 sobre os cotos pulpares dos dentes decíduos, consideraram (na época da observação) que houve sucesso clínico e radiográfico, pois apenas um dos dentes pulpotomizados apresentou leve sintomatologia dolorosa no primeiro dia, mas, logo houve remissão do sintoma. Os tecidos moles não apresentavam qualquer alteração e no exame radiográfico de controle, também, não foi observado qualquer alteração nos tecidos de suporte. Os autores observaram em alguns dentes a formação de uma tênue camada de tecido duro dentro da câmara. Entretanto, tal fato só poderá ser confirmado com estudos histológicos que serão realizados após a esfoliação desses dentes decíduos. Neste estudo pode-se concluir, após de dez meses da realização da pulpotomia, que não foi observado sintomatologia ou qualquer sinal clínico/radiográfico de patologia.

GOLDBERG *et al.* (2006) disseram que, por muitos anos, cirurgiões dentistas têm usado um limitado número de agentes capeadores para manter a polpa vital. Desses agentes capeadores o que tem se mostrado mais eficiente, até o momento, é o hidróxido de cálcio. Lições do desenvolvimento biológico vêm fornecendo um melhor entendimento dos genes envolvidos no processo reparador normal e patológico. Esse entendimento do processo reparador proporcionou adicionar ao arsenal medicamentoso, fatores de transcrição, fatores de crescimento e uma série de moléculas da matriz extracelular (ECM), pavimentando a estrada para controle da regeneração e reparo tecidual. Estas moléculas bioativas constituem uma grande família que fornece ferramentas que irão modificar a prática diária, principalmente, na dentística. As propriedades biológicas das BMPs ou dos fatores de crescimento transformador β (TGF- β) e seus papéis no reparo dentinário, levaram a estudos (NAKASHIMA, 1990; SIX *et al.*, 2002; GOLDBERG; SMITH, 2004) para determinar os efeitos dessas moléculas no reparo dentinário onde foi concluído que BMPs ou TGF- β podem induzir a formação de dentina reparativa.

Tudo somado, resulta que as BMPs são potentes agentes na terapia, não somente médica, mas como também Odontológica. Sendo assim, promissores e poderosos medicamentos para capeamento



pulpar direto e pulpotomias, entretanto, não obstante, fica o maior empecilho da substância, o seu custo.

2.6 PULPOTOMIA COM PLASMA RICO EM FIBRINA

Algumas pesquisas estão investindo na utilização de plasma rico em fibrina (PRF) (Wu *et al.*, 2023) com resultados satisfatórios, segundo publicações dos autores, todavia, não há publicações frente casos de pulpotomias, apenas em pulpectomias. É uma técnica de alto custo, exige cursos de aperfeiçoamentos e credenciamentos, inclusive com necessidade de punção, o qual em termos psicológicos é “traumático” para muitos pacientes, principalmente, as crianças.

3 REVASCULARIZAÇÃO

Não é de hoje que o grau de agressividade tecidual dos materiais preconizados e utilizados nas técnicas de capeamento pulpar direto ou pulpotomia vem sendo analisados de forma comparativa, em primeira instância, em cultura de células, em tecido conjuntivo subcutâneo e em tecido ósseo de ratos, sendo depois direcionada à avaliação em dentes de animais, como: coelhos, cães e macacos, utilizados por possuírem complexo dentina-polpa muito próximo a dos humanos, quanto à forma e fisiologia diferenciada (BENATTI NETO, 2000). O complexo dentina-polpa possui os mesmos mecanismos de reparo do tecido conjuntivo de suporte, modificado por uma série de fatores locais (TEN CATE, 1988).

Após a aplicação direta de um material sobre a polpa exposta, como já exposto anteriormente, que seja no capeamento pulpar direto quer na pulpotomia, espera-se que ocorra a formação de uma ponte de dentina mineralizada, e a manutenção da vitalidade pulpar. Essa ponte de dentina mineralizada, também chamada de ponte dentinária, é definida como uma matriz de dentina formada e depositada por uma nova geração de células, tipo odontoblastos, em resposta a um estímulo forte, depois da morte dos odontoblastos originais (primários), responsáveis pela formação da dentina primária e fisiológica (TURNER *et al.*, 1987; SMITH *et al.*, 1995).

Embora o hidróxido de cálcio seja o material mais utilizado para o capeamento pulpar a deposição de tecido duro não parece ser uma propriedade exclusiva desse material. Apesar do fenômeno de calcificação da polpa ser atribuído ao Ca(OH)_2 , este material não apresenta capacidade de penetração em profundidade na matriz extracelular. Foi relatado que a reparação pulpar pode ser uma resposta natural do tecido pulpar quando exposto a uma irritação de baixa intensidade (HANKS *et al.*, 1983).

O processo de reparo da polpa dentária, a revascularização, segue uma série de eventos biológicos ordenados e previsíveis, diferindo pouco de outros tecidos e, geralmente, não depende do tipo de injúria, sendo semelhante ao que ocorre na pele após uma incisão cirúrgica.



Quando parte do esmalte é removido, estímulos chegam à polpa e promovem a formação de nova porção de dentina reacional, considerada dentina terciária, ou reparadora. Este mesmo mecanismo de reação é observado quando o preparo cavitário atinge a dentina em diferentes profundidades, sem provocar maiores danos aos odontoblastos e seus prolongamentos (TEN CATE, 1988).

A partir do momento em que a injúria envolve os odontoblastos, a resposta pulpar obedece a uma condição estereotipada. Uma resposta inflamatória envolvendo neutrófilos e macrófagos, seguida de fenômenos proliferativos e secretores, pode ser observada. Novos fibroblastos diferenciam-se a partir de fibroblastos pulpares íntegros e de células perivasculares indiferenciadas, passando a produzir imediatamente uma matriz de colágeno (BENATTI NETO, 2000). A formação de uma matriz dentinária e sua, posterior, mineralização estão na dependência de células secretoras especializadas, os odontoblastos, que, segundo diferentes pesquisadores (HANKS *et al*, 1983; TEM CATE, 1988, BENATTI NETO, 2000) teriam origem a partir de células mesenquimais indiferenciadas.

O estímulo para esta evolução viria com a formação de uma barreira mineralizada, condição que pode ser satisfeita com o uso de materiais especiais, como as biocerâmicas.

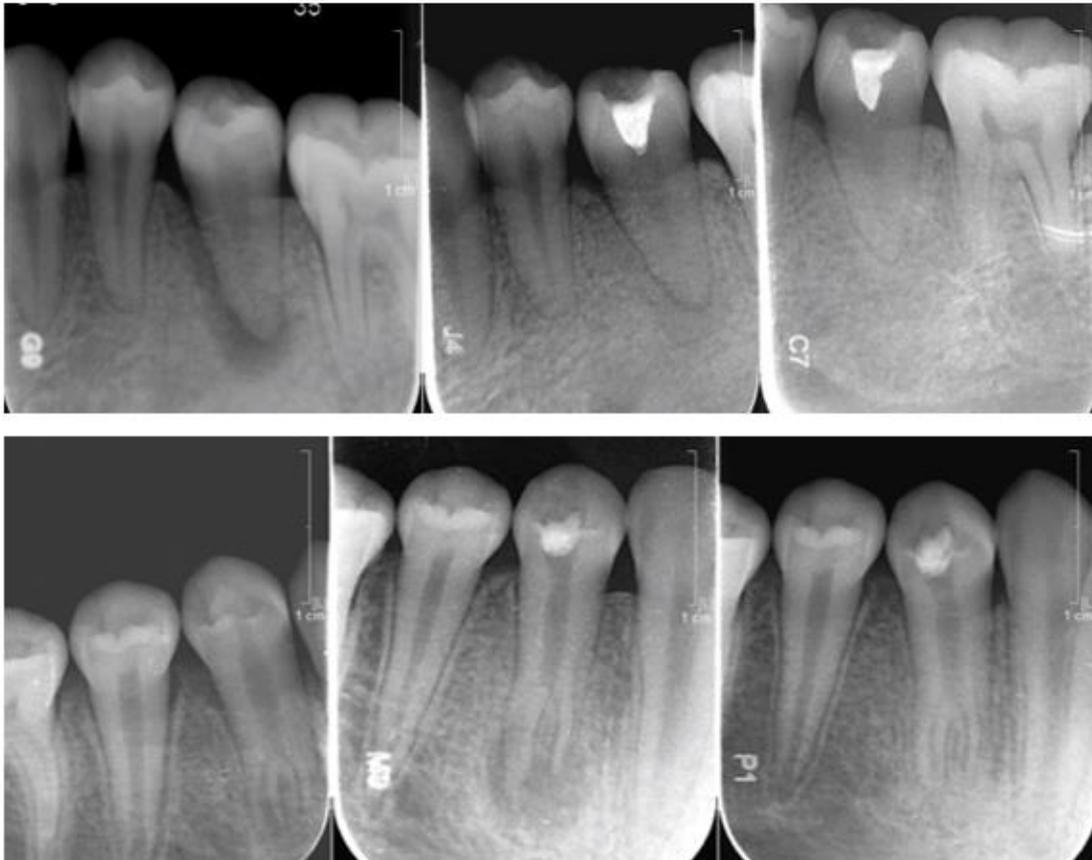
Conseqüentemente, não cessaram pesquisas envolvendo várias cerâmicas de fosfatos de cálcio como agentes utilizados em capeamento pulpar direto ou pulpotomia. Entre elas destacam-se o β -fosfato tricálcico (β -TCP) e a hidroxiapatita (HAp). Os resultados já relatados sugerem que a HAp e o TCP não prejudicam a polpa dental, sendo efetivas clínico-patologicamente na proteção da polpa dental humana exposta e podendo ser usadas com sucesso como material básico na terapia endodôntica (FUROSAWA *et al.*, 1991; ENKEL *et al.*, 2008. A utilização destas cerâmicas baseia-se no fato de que a dentina é o melhor protetor da polpa, e que a utilização de materiais capeadores, cujos elementos são os mesmos constituintes da dentina possam resultar em benefício pulpar.

Apesar do hidróxido de cálcio estimular a formação de um novo tecido, há evidência de área necrótica, em sítios imediatamente abaixo do local de sua aplicação. Diferentemente da resposta quando cerâmicas à base de fosfatos de cálcio são aplicadas, não havendo neste caso, qualquer aposição de outro tecido adjacente ao implante e ausência de necrose, além disso, são estabelecidas fortes ligações interfaciais que conferem propriedades adequadas para regeneração do novo tecido. Em relação ao hidróxido de cálcio, quanto à adesão de moléculas como a fibronectina, sugere-se que a dentinogênese reparativa observada sobre o capeamento com este material seja causada pela produção de cristais de calcita a partir de reações com o plasma ou fluidos pulpares, que permitem a adesão da fibronectina, moléculas que são um gatilho de ligação para diferenciação celular. Sabe-se que a HAp na presença de plasma induz a formação de cristais de apatita carbonatada que apresentam grande afinidade com a fibronectina, prevendo, portanto um processo de dentinogênese muito similar ao Ca(OH)_2 (SEUX *et al*, 1991).



4 CONCLUINDO O ASSUNTO

Ao final de análises e diante do exposto pode-se observar que o assunto é vasto, quanto o ponto é material em questão, porém, frente ao quesito relação custo e benefício, facilidade de manejo do material, acesso ao produto, inclusive em regiões do interior dos estados brasileiros, não fica difícil concluir que o material proposto para técnica capeamento pulpar direto e pulpotomia, imediata ou mediata, é o hidróxido de cálcio PA.



As imagens acima representam tratamentos de pulpotomias realizados pela equipe de pesquisadores WU *et al.*, 2023, elucidando novas tendências pelo plasma rico em fibrina.



REFERÊNCIAS

- AABEDI HR, INGLE JI. Mineral trioxide aggregate: a review of a new cement. J Calif Dent Assoc. v.23, p.36-39, 1995.
- ANTONIO, L. *et al.* Efeitos locais e sistêmicos do formocresol após pulpotomias de dentes decíduos – Revisão de literatura. J Bras Odontoped Bebe. v.5, p.518-52, 2002.
- ASSED S. Odontopediatria – Bases científicas para a prática clínica. São Paulo: Artes Médicas, 2005. 1088p.
- BARTOLD et al. Growth hormone and insulin-like growth factor 1 induce BMP 2 e 4: a mediator role in bone and tooth formation? Endocrinology, v.139, n.9, p.3855-3862, 1998.
- BENATTI NETO, C. "Compatibilidade biológica de materiais odontológicos no complexo dentino-pulpar", Tese Livre Docência, Faculdade de Odontologia da UNESP, Araraquara, S. Paulo, SP (2000) 123 p.
- BENGTSON, A. L.; GUEDES-PINTO, A.C.; BENGTSON, N.G.; BENGTSON, C.R.G.; PINHEIRO, S.L.; MENDES, F.M. Engenharia de tecido em odontologia – Pulpotomia com proteína morfogenética do osso (rhBMP-2) em dente decíduo humano. RGO, v.52, n.5, p.321-325, 2004.
- BILLIS, G.; CHONG, B. The influence of root-end filling material on the outcome of apical surgery. ENDO - Endod Pract Today. v.13, n.1, p.9-19, 2019.
- CANDEIRO, G.T.D.M.; CORREIA, F.C.; DUARTE, M.A.H.; RIBEIRO-SIQUEIRA DC, GAVINI G. Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. J Endod. v.38, n.6, p.842-845, 2012.
- COHEN, S.; HARGREAVES, K.M. Caminhos da polpa. 9a ed. São Paulo: Elsevier, 2008. 1104 p.
- CORRÊA, M.S.N.P. Odontopediatria na primeira infância. 2a ed. São Paulo: Santos, 2005. 847.
- COSTA, S.L. Pulpotomia e pulpectomia em dentes decíduos. Tese de mestrado, medicina dentária, Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina Dentária, 2011.
- DUDA, J.G.; LOSSO, E.M. O uso do trióxido mineral agregado (MTA) em odontopediatria. Arquivos em Odontologia. v.41, n.1, p.100-104, 2005.
- ELMAS, S; KOTAN, D.A.; ODABAS, M.E. Two-year outcomes of coronal pulpotomy in young permanent molars with clinical signs indicative of irreversible pulpitis. Pediatr Dent. v.45, n.1, p.46-52, 2023.
- ENKEL, B.; DUPAS, C.; ARMENGOL, V.; AKPE ADOU, J.; BOSCO, J.; DACULSI, G.; JEAN, A.; LABOUX, O.; LEGEROS, R.Z.; WEISS, P. Expert Rev Med Devices, v. 5,, n. 4, p.475-494, 2008.
- ESTRELA C, BAMMANN LL, SILVA RS, PÉCORÁ JD. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, Calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. Braz Dent J.v.11, p.3-9, 2000.
- FURUSAWA, M.; KAKAGAWA, K.; ASAI, Y. Clinico-pathological studies on the tissue reactions of human pulp treated with various kinds of calcium phosphate ceramics. Bull Tokyo Dent. Coll. v.32, n. 3, p. 111-120, 1991.



GHONEIM, A.G.; LUTFY, R.A.; SABET, N.E.; FAYYAD, D.M. Resistance to fracture of roots obturated with novel canal-filling systems. J Endod. v.37, n.11, p.1590-1592, 2011.

GOLDBERG, M.; SMITH, A. J. Cells and extracellular matrices of dentin and pulp: a biologic basis for repair and tissue engineering. Crit Rev Oral Biol Med, Montrouge, v.15, n.1, p.13-27, 2004.

GOLDBERG, M. et al. The impact of bioactive molecules to stimulate tooth repair and regeneration as part of restorative dentistry. Dent Clin N Am, Montrouge, v.50, n.2, p.277-298. 2006.

GONÇALVES, E. A. L.; GUIMARÃES, S. A. C.; GARCIA, R. B. Proteínas morfogenéticas ósseas: terapêutica molecular no processo de reparo tecidual. Rev Odontol Univ São Paulo, v.12, n.3, p.299-304, 1998.

HANKS, C. T.; BERGENHOLTZ, G.; KIM, J. S. Protein synthesis *in vitro*, in the presence of Ca(OH)₂-containing pulp-capping medicaments. J Oral Pathol. v.12, n. 5, p. 356-365,1983.

HOLLAND, R. et al. Diffusion of corticosteroid-antibiotic solutions through human dentine. Rev. Odontol.UNESP, v.20, p.17-23, 1991.

HOLLAND, R. et al. Permeability of the hard tissue bridge formed after pulpotomy with calcium hydroxide: a histologic study. J. Am. Dent. Ass., v.99, p.472-5, 1979.

HOLLAND, R.; DE SOUZA, V.; NERY, M.J.; FARACO JUNIOR, I.M.; BERNABE, P.F.E.; OTOBONI FILHO, J.A.; DEZAN JUNIOR, E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with mineral trioxide aggregate, Portland cement or calcium hydroxide. Braz Dent J. v.12, p.3-8, 2001.

HOLLAND, R.; DE SOUZA, V.; MURATA, S.S.; NERY, M.J.; BERNABE, P.F.E.; Otoboni Filho, J.A.; DEZAN JUNIOR, E. Healing process of dog dental pulp after pulpotomy and pulp covering with mineral trioxide aggregate or Portland cement. Braz Dent J. v.12, p.109-113, 2001.

HOLLAND, R.; SOUZA, V. O problema do diagnóstico clínico e indicação de tratamento da polpa dental inflamada. Reu. Assoc. Paul. Cir. Dent., v.24, p.18894, 1970.

HOLLAND, R.; SOUZA, V. Quando e como o clínico geral deve realizar o tratamento conservador da polpa dental. In "Atualização Clínica em odontologia". Artes Médicas, p.89-117, 1984.

HU, C. C.; ZANG, C.; QIAN, Q.; TATUM, N.B. Reparative dentin formation in rat molars after direct pulp capping with growth factors. J Endod, v.24, n.11, p.744-751, 1998.

HUANG, X.; LIN J, PARHAR, M.; SHEN, Y.; HAAPASALO, M.; WEI, X. Clinical use of bioceramic materials. Endod Top. v.32, n.1, p.97-117, 2015.

JIMÉNEZ-SÁNCHEZ, M.; DEL, C.; SEGURA-EGEA, J.J.; DÍAZ-CUENCA, A. MTA HP Repair stimulates *in vitro* an homogeneous calcium phosphate phase coating deposition. J Clin Exp Dent. v.11, n.4, p.322-326, 2019.

JIN, Q-M.; ANUSAKSATHIEN, O.; WEBB, S.A.; TUTHERFORD, R.B.; GIANNOBILE, W.V. Gene therapy of Bone Morphogenetic Protein for periodontal tissue engineering. J Periodontol, v.74, n.2, p.202-213, 2003.



JUEZ, M.; BALLESTER, M.L.; BERÁSTEGUI, E. In vitro comparison of apical microleakage by spectrophotometry in simulated apexification using White Mineral Trioxide Aggregate, TotalFill Bioceramic Root Repair material, and BioDentine. *J Conserv Dent*. v.22, n.3, p.237-240, 2019.

KHALIL, W.A.; ALGHAMDI, F.; ALJAHDALI, E. Strengthening effect of bioceramic cement when used to repair simulated internal resorption cavities in endodontically treated teeth. *Dent Med Probl*. v.57, n.2, p.165-169, 2020.

NAKASHIMA, M. The induction of reparative dentine in the amputated dental pulp of the dog by bone morphogenetic protein. *Arch Oral Biol*, v.35, n.7, p.493- 497, 1990.

NETO, N.L. *et al.* Clinical and radiographic outcomes of the use of capping materials in vital pulp therapy of human primary teeth. *Braz Dent Sci* 18. 2015.

ORSTAVIK D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endod Top*. v.12, n.1, p.25-38, 2005.

OSIRI, S.; BANOMYONG, D.; SATTABANASUK, V.; YANPISET, K. Root Reinforcement after Obturation with Calcium Silicate–based Sealer and Modified Gutta-percha Cone. *J Endod*. v.44, n.12, p.1843-1848, 2018.

PENG, L. *et al.* Evaluation of formocresol versus ferric sulfate primary molar pulpotomy: a systematic review and meta-analysis. *Internation Endodontic Journal*, v. 40, p. 751-757, 2007.

PITT FORD, T.R.; TORABINEJAD, M.; ABEDI, H.R.; BAKLAND, L.K.; KARIYAWASAM, S.P. Using mineral trioxide aggregate as a pulp capping material. *J Am Dent Assoc*. v.127, p.1491-1494, 1996.

POGGIO C, DAGNA A, CECI M, MERAVINI MV, COLOMBO M, PIETROCOLA G. Solubility and pH of bioceramic root canal sealers: A comparative study. *J Clin Exp Dent*. v.9, n.10, p.1189-1194, 2017.

REYES-CARMONA, J.F.; FELIPPE, M.S.; FELIPPE, W.T. The Biomineralization Ability of Mineral Trioxide Aggregate and Portland Cement on Dentin Enhances the Push-out Strength. *J Endod*, v.36, n.2, p.286-291, 2010.

SEUX, D.; COUBLE, M.L.; HARTMANN, D.J.; GAUTHIER, J.P.; MAGLOIRE, H. Odontoblast-like cytodifferentiation of human dental pulp cells in vitro in the presence of a calcium hydroxide-containing cement. *Arch Oral Biol*, v.36, n. 2, p.117-128, 1991.

SIX, N.; LASFARGUES, J-J.; GOLDBERG, M. Recombinant human Bone Morphogenetic Protein-7 (Osteogenic Protein-1) induces differential repair responses in the coronal and radicular areas of the exposed rat molar pulp. *Arch Oral Biol* , v.47, p.177-187, 2002.

SOUZA, R.E.; SOUZA, E.A.; DEZAN JR, E.; MORAES, S.H.; SOUSA-NET, M.D. Avaliação do selamento apical em obturação retrógrada: MTA Angelus® versus cimento de Portland Itáu®. *JBC*. v.7, n.42, p.458-60, 2003.

TEN CATE, A.R. *Histologia bucal. Desenvolvimento, estrutura e função*", 2º Ed. Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro, RJ (1988).

TORABINEJAD M, CHIVIAN N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod*. v.25, p.197-205, 1999.



TORABINEJAD M, HONG CU, MCDONALD F, PITT FORD TR. Physical and chemical properties of a new root end filling material. J Endod. v. 21, p. 349-353, 1995.

TRAN, D.; HE, J.; GLICKMAN, G.N.; WOODMANSEY, K.F. Comparative analysis of calcium silicate- based root filling materials using an open apex model. J Endod. v.16, n.4, p.654-658, 2016.

WU, Z.; LIN, Y.; CHEN, Z.; XIANG, Y.; XIANG, Y.; YANG, L.; ZHANG, W.; XIAO, S.; CHEN, X. Clinical observation of autologous platelet rich fibrin assisted revascularization of mature permanent teeth. Head & Face Medicine. v.19, n.9, p.1-8, 2023.