

MTA ou Biodentine

Aplicação na Terapia Pulpar Vital

Patricia Antonelli de Araújo

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em
Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Gandra, 30 de junho de 2020

Patrícia Antonelli de Araújo

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em
Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

MTA ou Biodentine

Aplicação na terapia pulpar vital

Trabalho realizado sob a Orientação de Prof. Doutora Orlanda Torres

Co-orientação da Mestre Ana Góis Sá

Declaração de Integridade

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Declaração do Orientador

Eu, Orlanda Torres com a categoria profissional de Professor Auxiliar do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, tendo assumido o papel de Orientadora do Relatório Final de Estágio intitulado "*MTA ou Biodentine: Aplicação na terapia pulpar vital*" da Aluna do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, "**Patrícia Antonelli de Araújo**", declaro que sou de parecer favorável para que o Relatório Final de Estágio possa ser presente ao Júri para Admissão a provas conducentes à obtenção do Grau de Mestre.

Gandra, 30 de junho de 2020.

Orlanda Torres

Agradecimentos

A Deus por me permitir realizar este sonho, mesmo quando eu achava que já não era possível.

Aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos. Em especial a minha mãe que já não posso dar-lhe um abraço, mas que sempre vai estar no meu coração e na minha memória, pois sempre será a pessoa mais importante da minha vida.

À minha tia Maria Antonelli que sempre me ouviu, aconselhou e me abraçou quando eu precisava, também a minha avó que é a pessoa mais linda que existe.

Ao meu esposo que me apoia incondicionalmente em tudo, e sempre tem uma palavra amiga nos momentos difíceis que não foram poucos durante este ano, o meu muito obrigada.

Às amigas especiais que conquistei durante este período Joseane Vital e Aline Calvete, são merecedoras do que existe de melhor.

À minha binómia Mayara Marques que é uma pessoa maravilhosa por toda a ajuda, todos os abraços e todas as risadas que tivemos, vai sempre estar comigo.

À minha orientadora Professora Orlanda Torres por incentivar-me, aconselhar e ajudar em tudo que eu precisei, e também à Mestre Ana Sá que foi essencial neste trabalho.

Muito obrigada!

Resumo

Objetivo: O objetivo desta revisão é abordar o Agregado Trióxido Mineral e o Biodentine na sua aplicação como terapia pulpar vital, comparando os seus resultados.

Metodologia: A pesquisa bibliográfica foi realizada na base de dados PubMed. Foram no total utilizados 32 artigos para a realização deste trabalho.

Desenvolvimento: O material de capeamento pulpar ideal deve manter a polpa vital e estimular a formação de dentina reparadora. O Agregado Trióxido Mineral é um material que tem sido utilizado já à vários anos devido às suas boas propriedades físico-químicas, biológicas e mecânicas. No entanto este material apresenta algumas desvantagens que colmataram na necessidade de procura de um novo cimento bioativo, Biodentine, introduzido para combater as falhas do Agregado Trióxido Mineral. Este material apresenta boas propriedades físicas e capacidade de estimular a regeneração de tecidos. Os estudos demonstram que o Biodentine tem um tempo de presa mais curto, contrariamente ao Agregado Trióxido Mineral, e também possui melhores propriedades mecânicas e de manuseio. O Biodentine apresenta um efeito semelhante na formação de pontes de dentina comparado com o Agregado Trióxido Mineral.

Conclusão: O Biodentine e o Agregado Trióxido Mineral apresentam taxas de sucesso clínico e radiográfico semelhantes com base nas evidências encontradas na literatura.

Palavras-chave: Terapia pulpar vital; Agregado Trióxido Mineral (MTA); Biodentine.

Abstract

Objective: The objective of this review is to address Mineral Trioxide Aggregate and Biodentine its application as vital pulp therapy, comparing its results.

Methodology: The bibliographic search was carried out in the PubMed database. In total, 32 articles were used to carry out this review.

Development: The ideal pulp capping material should maintain the vital pulp and stimulate the formation of restorative dentin. Mineral Trioxide Aggregate is a material that has been used for several years due to its good physical-chemical, biological and mechanical properties. However, this material has some disadvantages that met the need to search for a new bioactive cement, Biodentine, introduced to combat the flaws of the Mineral Trioxide Aggregate. This material has good physical properties and the ability to stimulate tissue regeneration. Studies have shown that Biodentine has a shorter setting time, unlike Aggregate Mineral Trioxide, and also has better mechanical and handling properties. Biodentine has a similar effect on the formation of dentin bridges compared to Mineral Trioxide Aggregate

Conclusion: Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate have similar rates of clinical and radiographic success based on the evidence found in the literature.

Keywords: Vital pulp therapy; Mineral Trioxide Aggregate (MTA); Biodentine.

ÍNDICE

1 – INTRODUÇÃO.....	3
2 – OBJETIVO	4
3 - METODOLOGIA.....	4
Tabela 1. Características dos estudos que compararam o uso do MTA com Biodentine.....	6
4 - DESENVOLVIMENTO	7
4.1 Terapia pulpar vital	7
4.2. Características do MTA.....	8
4.3 Características do Biodentine	11
4.4 Estudos que compararam o uso do MTA com Biodentine	13
5 - CONCLUSÃO.....	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

Lista de siglas e abreviaturas

MTA- Agregado de Trióxido Mineral

WMTA - Agregado de Trióxido Mineral branco

GMTA - Agregado de Trióxido Mineral cinzento

%- Percentagem

mm - Milímetro

Mpa- Mega Pascal

FDA- Food and Drugs Administration

EUA- Estados Unidos da América

1 – INTRODUÇÃO

A polpa dentária é uma estrutura única de enorme importância para prognósticos a longo termo da saúde dentária. É derivada das células da crista neural que se proliferam e condensação com o objetivo de formar a papila dentária que conseqüentemente formará a polpa madura. É um tecido conjuntivo de camadas celulares especializadas na periferia, com grande inervação sensorial e células de microcirculação. Este tecido dentário encontra-se numa rígida câmara circundada por cimento, dentina e esmalte, que providencia suporte mecânico e proteção contra a microflora oral. No entanto, esta proteção pode perder integridade estrutural, ficando a polpa sob a ameaça de estímulos adversos que terá como consequência a infiltração e ataque bacteriano à estrutura dentária. A resposta inicial da polpa ao ataque bacteriano é a inflamação, esta que terá de ser travada para que não evolua para eventual necrose. O médico dentista tem de entender a fisiologia das funções normais da polpa e as suas interações para que consiga proteger e manter a vitalidade pulpar ^(1,2).

São diversos os fatores agressores da polpa dentária tais como fraturas, cáries, *cracks* e procedimentos dentários são alguns dos exemplos. Os mesmo poderão levar à exposição pulpar, o que deixará o clínico na decisão de salvar, ou não, a vitalidade da mesma. No caso de se encontrar perante uma exposição sensível mas assintomática (presumivelmente saudável), a mesma poderá ser tratada com a terapia pulpar vital ^(1,3).

O procedimento de terapia pulpar vital é definido como o “tratamento que visa preservar e manter o tecido pulpar que foi comprometido, mas não destruído, por extensas cáries dentárias, traumas dentários e procedimentos restauradores ou por razões iatrogênicas”. Tem o objetivo de manter a fisiologia pulpar e preservar a sua vitalidade garantindo a longevidade do elemento dentário, dependendo das circunstâncias em que os tratamentos foram aplicados ⁽³⁾.

As duas modalidades de tratamento vital são o CPD (capeamento pulpar direto) e a pulpotomia ⁽⁵⁻⁷⁾. Um dos fatores que estão associados ao sucesso da terapia pulpar vital é a aplicação do material ideal. Entre os materiais comercializados, os que têm demonstrado significativo potencial de regeneração são o MTA (Agregado de Trióxido Mineral) e o Biodentine ⁽⁴⁾.

2 – OBJETIVO

O objetivo desta revisão é abordar o Agregado Trióxido Mineral e o Biodentine e sua aplicação como terapia pulpar vital, comparando os seus resultados.

3 - METODOLOGIA

A estratégia de busca foi efetuada através de uma pesquisa implementada na base de dados da PubMed, no modo de pesquisa avançada. Foram usadas as palavras-chave e combinações *“(pulpotomy vital pulp therapy) AND mature teeth” ; “(mineral trioxide aggregate(MTA) portland cement) AND pulpotomy”; “(cytotoxicity pulp exposure) AND mineral trioxide aggregate” OR Biodentine; “(pulpotomy endodontics) AND mineral trioxide aggregate) OR Biodentine AND permanent teeth”; “(pulpotomy cytotoxicity) AND mineral trioxide aggregate*. O programa de software EndNote X9 (Thomson Reuters, Nova York, NY, EUA) foi utilizado para gerenciar os artigos.

Foram recolhidos no total 117 artigos, datados entre 1995 e 2020, que após análise, respeitando os critérios de inclusão e exclusão, somente 32 artigos foram escolhidos e utilizados na realização deste trabalho.

Critérios de inclusão: Estudos *in vivo*, realizados em inglês e português, sem restrição de ano mínimo, e tanto em dentes permanentes quanto em dentes decíduos. Adicionalmente, os artigos deveriam ter, no mínimo, 30 dias de follow-up.

Critérios de exclusão: estudos *in vitro*.

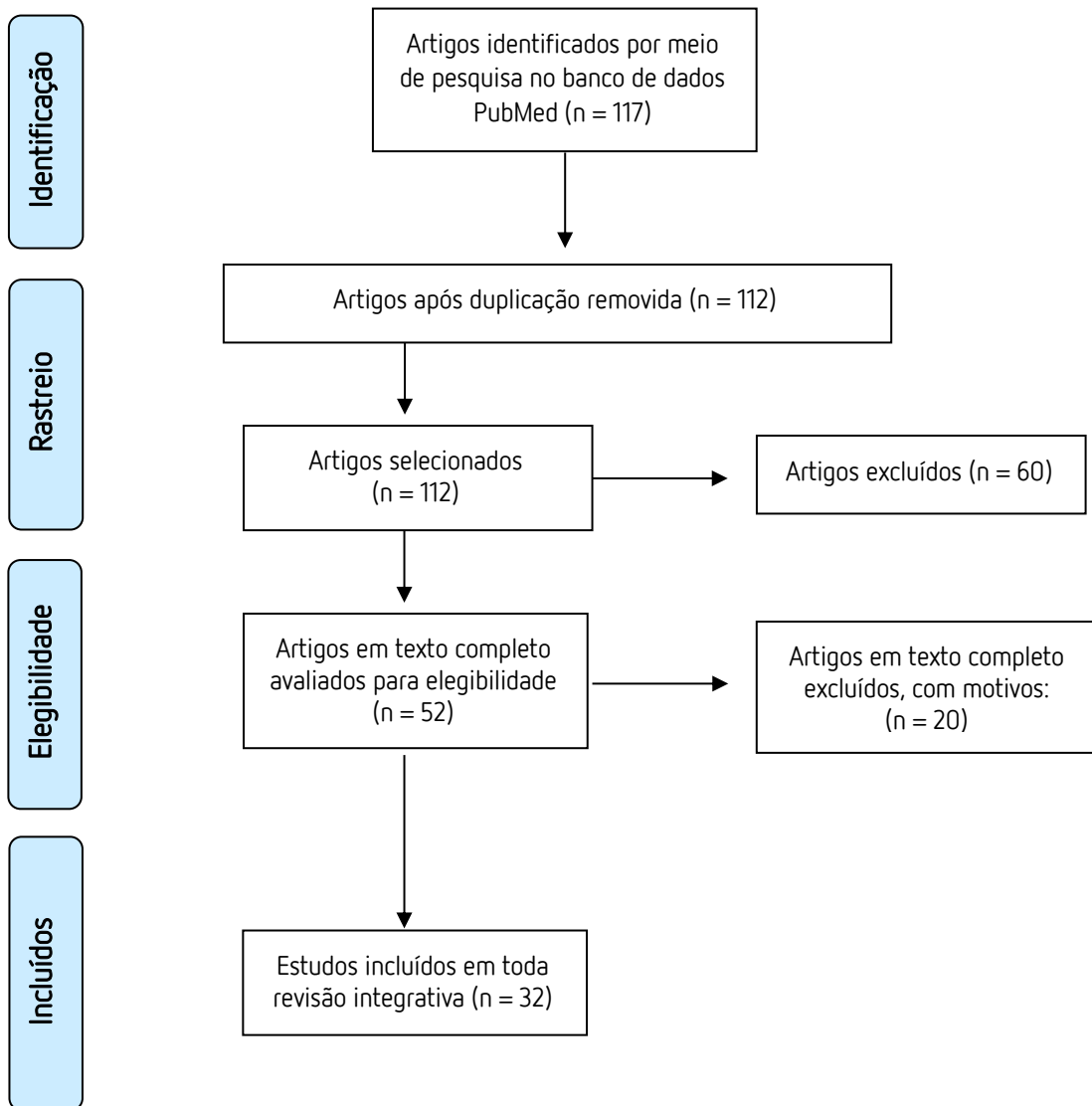


Figura 1. Diagrama da estratégia de busca utilizada neste trabalho.

Autor/Ano	Desenho do estudo	Média de idade	Dente avaliado	Nº de pacientes	Follow-up em dias	Método de avaliação	Resultados
Nowicka et al 2013	Estudo observacional prospectivo	19-28 anos	28 dentes - 3º molar, maxilar e mandibular	18	42 dias	Exame clínico, radiográfico e histológico	A análise estatística não mostrou diferenças significativas
Nowicka et al 2015	Estudo observacional prospectivo	19-32 anos	44 dentes - 3º molar, maxilar e mandibular	21	42 dias	Exame tomográfico e histológico	
Shafaat et al 2016	Estudo observacional prospectivo	19-50 anos	100 dentes - 1º e 2º molar, cariados, vitais e assintomáticos	100	30, 90 e 180 dias	Exame radiográfico e a dor foi registrada utilizando escala visual e analógica	A análise estatística não mostrou diferenças significativas
Hegd et al 2017	Estudo observacional prospectivo	18-40 anos	24 dentes – molar com cárie e sem sinais e sintomas de pulpíte irreversível.	Sem informação	90, 180 e 365 dias	Avaliação clínica e radiográfica	Taxas de sucesso no tratamento: MTA:91,7% e Biodentine: 83,3%
Linu et al 2017	Estudo-piloto retrospectivo	15-30 anos	30 dentes – com cárie	30	30, 90, 180, 365 e 545 dias	Baseado em sintomas, teste de sensibilidade e análise radiográfica	Taxas de sucesso no tratamento: MTA:84,6% e Biodentine: 92,3%
Juneia et al 2017	Ensaio clínico controlado randomizado	5-9 anos	51 molares decíduos	38	30-540 dias (3,6, 12 e 18 meses)	Exame clínico e radiográfico	Taxa de sucesso clínico no tratamento: MTA: 100% e Biodentine: 73,3%; Taxa de sucesso radiográfico: MTA:100% e Biodentine: 86,6%.
Awawdeh et al 2018	Estudo clínico prospectivo, longitudinal e randomizado	16-59 anos	68 dentes- incisivo, pré-molar e molar; com cárie, com sinais e sintomas de pulpíte reversível	58	180, 365, 730 e 1095 dias	Exame clínico e radiográfico	Taxa de sucesso clínico no tratamento: MTA: 93,3% e Biodentine: 91,1%. Sem diferenças significativas.
Nagendrababu et al 2018	Meta-análise	3-10 anos	Molares decíduos	8 estudos (Estudo clínico randomizado); 474 participantes	180-540 dias	Exame clínico e radiográfico	Taxas de sucesso clínico e radiográfico semelhantes, sem diferença estatística entre eles.

Tabela 1. Características dos estudos que compararam o uso do MTA com Biodentine.

4 - DESENVOLVIMENTO

4.1 Terapia pulpar vital

A exposição pulpar ocorre principalmente por cárie, trauma ou de forma iatrogênica aquando exposição mecânica durante o preparo da cavidade. Torna-se um desafio clínico devido à necessidade de uma terapêutica para obter a reparação e preservação dos tecidos envolvidos. Face à lesão, a polpa reage com um processo inflamatório que, se não for detido, poderá progredir para a necrose pulpar. Uma intervenção dentária minimalista preservaria as estruturas dentárias de forma a evitar dano ao complexo dentino-pulpar. As consequências e efeitos associados a uma infeção da polpa dentária não tratada, requer muitas das vezes, tratamento radical endodôntico ou extração da peça dentária, o que por sua vez se traduzirá na necessidade de mais consultas e gastos por parte do paciente e médico dentista. Uma outra opção, dependendo dos sinais e sintomas, é a terapia vital pulpar ⁽¹⁾. A terapia pulpar vital é um procedimento que envolve a aplicação de um biomaterial como forma de promover a cicatrização da polpa, contribuindo para a continuidade da vitalidade da mesma e regeneração da dentina, formando uma barreira mineralizada de proteção ao complexo dentina-polpa ^(5,6). O biomaterial poderá ser colocado na camada remanescente de dentina, na exposição de polpa coronária ou após a remoção de tecido pulpar coronal. O CPD ou a pulpotomia são as opções de tratamento clínico que visam manter a vitalidade pulpar de forma a evitar que ocorra necrose da mesma ⁽²⁾.

Na prática clínica, dados subjetivos, como os sintomas, e dados objetivos nomeadamente a radiografia e o teste de sensibilidade da polpa, são necessários para o diagnóstico pulpar. Relativamente à tomada de decisão para realizar a terapia pulpar vital, o diagnóstico correto de reversibilidade da inflamação pulpar e a extensão da infeção pulpar são os aspetos que justificam a escolha deste terapia ^(5,6).

O CPD é o procedimento mais conservador com o objetivo de proteger a polpa. Neste procedimento aplica-se um biomaterial em contato direto com a exposição pulpar. O material ideal para realizar o capeamento pulpar deve ter a capacidade de manter a vitalidade pulpar e estimular a formação de dentina reparadora. Deveria possuir algumas características básicas, tais como aderência à estrutura dentária, manter um bom selamento, ser biocompatível e não citotóxico, bioativo acionando os processos biológicos

envolvidos na formação de uma barreira mineralizada entre o tecido e o material, ser bactericida, ser radiopaco, libertar flúor e resistir a forças mastigatórias ^(2, 5, 6).

A pulpotomia define-se como um tratamento menos conservador comparativamente ao CPD. Trata-se da remoção parcial ou total do tecido da polpa coronária com o intuito de manter a vitalidade do tecido pulpar nos canais radiculares. A pulpotomia parcial remove 2 a 3 mm do tecido pulpar no local da exposição. Este procedimento consiste na remoção da camada superficial do tecido infetado ou inflamado, na zona de exposição, onde é posteriormente aplicado um material que promova a formação de uma dentina reacional e consequentemente mantenha e proteja a vitalidade do complexo dentino-pulpar ⁽⁸⁻¹⁰⁾.

O avanço da tecnologia ajudou na compreensão do processo de regeneração do complexo dentina-polpa, surgindo novos biomateriais para manter a vitalidade pulpar. A escolha deste material é um fator que influencia o potencial prognóstico do tratamento ⁽⁷⁾.

4.2. Características do MTA

O MTA (Agregado de Trióxido Mineral) foi desenvolvido no início dos anos 90 por Torabinejad, na Califórnia, EUA. Foi aprovado pela FDA nos EUA em 1998 e lançado no mercado como um produto comercial sob a marca ProRoot® MTA (Dentsply Tulsa Dental, Johnson City, TN, EUA). O MTA é um material bioativo muito usado na área da endodontia, casos de apexificação, perfurações radiculares e de furca e em reabsorções. Nos anos mais recentes, tem sido utilizado para terapias pulpares vitais. É um pó que consiste em finas partículas hidrofílicas que endurecem quando entram em contacto com água. Este processo de hidratação resulta num gel coloidal que solidifica. As características dos diferentes MTA's dependerão do tamanho das partículas, proporção água-pó, temperatura e humidade no local de aplicação e quantidade de ar retido aquando da mistura ^(12,16,17).

É um cimento inorgânico biofuncional de cor cinzenta, denominado GMTA (Agregado Trióxido Mineral cinzento). No entanto, devido ao seu potencial de pigmentação dos dentes, foi desenvolvido o WMTA (Agregado Trióxido Mineral branco) com menores quantidades de ferro, alumínio e magnésio comparativamente ao GMTA. No que diz respeito à sua composição, o pó consiste em partículas de silicato tricálcico, silicato dicálcico e cargas radiopacas. O líquido consiste em água destilada. A sua manipulação é manual com o auxílio

de uma espátula de cimentação, em uma placa de vidro, obedecendo às proporções recomendadas pelo fabricante ⁽⁸⁻¹¹⁾.

O MTA possui um tempo de presa prolongado, de aproximadamente 2 horas e 45 minutos. A reação primária tem por base a hidratação dos silicatos formando hidróxido de cálcio. A formação deste é o que torna o MTA como um material biocompatível. A toma de presa do MTA inicia-se na presença de água. Há a formação de um cimento altamente alcalino composto por uma matriz de hidrato de silicato de cálcio e de hidróxido de cálcio. Após a mistura com a água, o pH do MTA tende a subir rapidamente devido à libertação do hidróxido de cálcio. O MTA tem a capacidade de expandir durante a reacção de endurecimento por hidratação, o que lhe confere uma propriedade única, promovendo um excelente selamento marginal ^(5, 9, 11-13).

Considerando as propriedades e aplicações clínicas do MTA torna-se importante observar a proporção água-pó e de que forma, poderá afetar as propriedades deste material. Alguns autores observaram que um aumento da solubilidade e porosidade estaria diretamente relacionado com um aumento da quantidade de água aquando da mistura. Verificaram igualmente que aquando da mistura do MTA na água, maior a libertação de hidróxido de cálcio, elevando a solubilidade do material ^(14, 16).

No que se refere ao grau de solubilidade do MTA, a maior parte dos estudos relatou baixa ou nenhuma solubilidade para MTA. A quantidade mais alta de água adicionada para formar a pasta de cimento, aumenta a porosidade e a solubilidade do MTA, e este aumento relaciona-se com o ao aprisionamento de bolhas de ar durante o processo de mistura ou ao valor do pH ácido do ambiente. Como a taxa de hidratação do silicato dicálcio é mais lenta que a do silicato tricálcio, a resistência à compressão e a resistência à tração do MTA atingem seu máximo, vários dias após a mistura. Atingir resistência à compressão adequada é importante para algumas das aplicações clínicas do MTA, como reparo de perfurações e capeamento pulpar. Esses procedimentos exigem que materiais com resistência à compressão adequada sejam estáveis contra a pressão oclusal. Em um estudo que avaliou o efeito das condições de fixação (tempo e hidratação) na resistência à flexão do MTA, foi observado uma resistência à flexão de 14,27 MPa quando as amostras foram expostas à um pedaço de algodão intracanal umedecido após 24 horas de endurecimento. Os autores

sugeriram que os pedaços de algodão fossem removidos após 24 horas, porque a resistência à flexão diminui 72 horas após o MTA receber umidade ^(9, 11, 13-15).

A radiopacidade média do MTA foi relatada em 7,17 mm de espessura. O MTA branco é mais radiopaco, quando comparado ao MTA cinzento. Embora ambos os materiais apresentem quantidades semelhantes de óxido de bismuto, que é o material usado para aumentar a radiopacidade, a diferença na concentração de substâncias entre o MTA branco e o cinzento poderá ser a causa desta radiopacidade distinta. A maior diferença encontra-se ao nível das concentrações do óxido de alumínio e magnésio e principalmente o óxido de ferro, cuja concentração na formulação do MTA branco é mais baixa do que no MTA cinzento ^(9, 16).

O MTA tem demonstrado ser um material biocompatível, com propriedades de condução e indução para formação de tecido duro. Além disso, este material é bactericida. O MTA inicia reação quando na presença de humidade, previne infiltração bacteriana e leva à produção de uma ponte de dentina na presença de menor resposta inflamatória e necrose da polpa. Por ser um material biologicamente ativo para as células ósseas, há a estimulação para a produção de interleucina, promovendo a formação óssea através do recrutamento e diferenciação de osteoblastos precursores. Desta forma, promoverá a produção e mineralização da matriz óssea por maturação dos osteoblastos. No que se refere aos procedimentos de proteção pulpar, este é um método de tratamento bem estabelecido em que a polpa exposta é recoberta por um material que a protege de uma lesão adicional, permitindo a sua reparação. O MTA contribui significativamente para a formação de dentina nestes procedimentos, obstruindo a exposição pulpar, e assim, mantendo a vitalidade pulpar ^(8, 12, 17, 18).

Por outro lado, o MTA apresenta desvantagens. Foi observado a presença de elementos tóxicos no MTA, como o arsénio, uma maior citotoxicidade no seu estado recém-misturado, dificuldade de manuseamento, tempo de presa prolongado e requer humidade suficiente para que possa reagir. Tem um potencial de pigmentação, mais visível no MTA cinzento, devido há presença de ferro na composição. ^(2,4,6,8,11, 12, 19).

Devido ao tempo de presa prolongado deste material, há recomendações para que o capeamento pulpar com MTA seja realizado em um procedimento de duas etapas. Coloca-se uma restauração temporária de forma a permitir que o MTA se ajuste antes da

restauração definitiva ou usa-se um forramento de presa rápida para proteger o MTA durante a colocação permanente da restauração. Como o MTA ainda está no estágio de melhorias, espera-se que mudanças em suas composições aumentem suas propriedades físicas e biológicas ^(8, 12).

Relativamente à sua utilização, o MTA é aplicado diretamente sobre a polpa com o aplicador. O MTA não é empurrado na cavidade pulpar, mas, em vez disso, é levemente batido em contacto com a parede da polpa e da dentina usando uma ponta de “papel grosso” ou um pedaço de algodão. Após o seu endurecimento, recomenda-se que o dente seja temporizado antes da restauração permanente ⁽⁵⁾.

4.3 Características do Biodentine

Os materiais à base de silicato de cálcio surgiram nos anos mais recentes. Desta forma, foi criado um material à base de silicato de cálcio, que ficou disponível comercialmente em 2009 (Septodont). A Biodentine é um cimento bioativo com uma ampla variedade de aplicações incluindo reparações endodônticas e proteção pulpar, possuindo propriedades mecânicas semelhantes à dentina, sendo visto como um substituto da mesma. ^(6, 10, 11, 22, 23, 26-29).

A Biodentine apresenta-se num formato pó-líquido que se mistura com ajuda dum amalgamador durante 30 segundos. O pó consiste maioritariamente em silicato dicálcico, silicato tricálcico, carbonato de cálcio e óxido de zinco, que funciona como radiopacificador. O líquido é composto por cloreto de cálcio, usado como acelerador da reação de presa, e um polímero hidrossolúvel, que atua como agente redutor de água ^(14, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30).

A reação de presa da Biodentine varia entre os 9 a 12 minutos. Esta característica é conseguida pelo aumento do tamanho das partículas, com a adição do cloreto de cálcio como componente do líquido, e diminuindo o conteúdo de líquido. Logo após a mistura, as partículas de silicato de cálcio reagem com a água e formam uma solução de elevado pH contendo iões de $\text{Ca}_2 + \text{OH}^-$ e silicato. A hidratação do silicato tricálcico leva à formação de um gel de silicato de cálcio hidratado nas partículas do cimento e nucleados de hidróxido de cálcio. O gel hidratado de silicato de cálcio forma uma rede sólida e a alcalinidade do meio que o circunda vai aumentando devido à libertação de iões de hidróxido de cálcio. Esta

associação a um elevado pH e à libertação de iões de cálcio e de silício, estimula a mineralização e origina uma zona de infiltração mineral ao longo da interface dentina-cimento, proporcionando um bom selamento. Além disso, essa alta alcalinidade tem efeito inibitório no crescimento de microrganismos, o que contribui para as propriedades antibacterianas e antifúngicas deste material^(10, 20, 21).

Considerando a importância dos procedimentos clínicos, tal como a terapia pulpar vital, onde produtos como o Biodentine são utilizados, torna-se essencial que o cimento tenha a capacidade de suporte das forças mastigatórias, ou seja, força compressiva suficiente para resistir a impactos externos. Durante a presa, a força compressiva deste material atinge os 100 MPa na primeira hora. Após as 24 horas, eleva-se até aos 200 MPa, continuando a aumentar, chegando aos 300 MPa após um mês. Torna-se comparável ao substrato dentário dado que este possui uma capacidade compressiva de aproximadamente 297 MPa^(14,22).

Este processo de aumento da resistência à compressão do Biodentine pode relacionar-se com a diminuição da porosidade com o tempo. A adaptação marginal tem correlação com a capacidade de selamento, foi observado que, devido ao efeito alcalino durante a reação de presa, a adesão micromecânica do Biodentine permitiu excelente adaptação dos cristais à dentina subjacente^(10, 22).

Relativamente a radiopacidade, foi observado que o óxido de zircónia é utilizado como radiopacificador pois poderá possuir características biocompatíveis, e é indicado como um material bioinerte com propriedades mecânicas favoráveis e resistência à corrosão. O Biodentine apresenta radiopacidade equivalente a 3,5mm de alumínio. Nos casos em que há contato direto com o tecido conjuntivo circundante, a biocompatibilidade é referida como elemento de importância primária.^(20, 22)

A solubilidade de um material é definida pela quantidade do material que se dissolve numa determinada percentagem de solvente. O Biodentine demonstrou valores de solubilidade negativa. Este resultado deve-se à deposição de substâncias como a hidroxiapatite na superfície do material. Esta deposição é bastante favorável, pois indica que não há perda de material particulado, o que resultaria em instabilidade dimensional⁽²²⁾.

A Biodentine tem demonstrado efeitos positivos nas células vitais do tecido pulpar e poderá ter capacidade de estimulação de dentina terciária aquando aplicada em procedimento de capeamento pulpar direto (6, 10, 11, 14, 26, 29).

O Biodentine demonstrou ter a capacidade de aumentar a secreção da TGF- β 1, a partir das células da polpa, e induzir uma síntese rápida de dentina reparativa. A TGF é um fator de crescimento com um papel importante na angiogénese, diferenciação celular e mineralização. De maneira a confirmar ainda mais a bioatividade e propriedades de biocompatibilidade do material, um estudo que avaliou o efeito do Biodentine nas células-tronco da polpa dental humana, confirmou o aumento significativo da proliferação, migração e adesão das células-tronco quando colocadas diretamente em contato com a polpa (10, 20, 22, 23).

O Biodentine têm demonstrado sucesso clínico em procedimentos de terapias pulpares vitais, como proteções pulpares, proteção de cáries profundas, preenchimento cervical, capeamento pulpar direto e indireto e pulpotomias. O Biodentine é igualmente aplicada na endodontia, nomeadamente, nas perfurações de canais radiculares, reabsorções internas e externas, apexificação e obturação retrógrada do canal radicular Normalmente, os fabricantes recomendam o Biodentine para ser usada como um intermediário ou como substituto da dentina sob a restauração a compósito, uma vez que a presença de sangue não altera o material (21, 24, 25).

Embora sejam necessários dados adicionais, o Biodentine é promissor para procedimentos clínicos como um produto biocompatível e de fácil manuseio, com tempo de presa curto (20).

4.4 Estudos que compararam o uso do MTA com Biodentine

Nowicka *et al.* (2013), realizaram um estudo com o objetivo de comparar a resposta do complexo dentino-pulpar de dentes humanos após realizado capeamento direto com Biodentine e MTA. Foram incluídos 18 participantes e 28 dentes, sendo todos 3º molar, e um *follow-up* de 42 dias. A maioria dos dentes apresentou formação completa da ponte de dentina e ausência de resposta inflamatória pulpar. Verificou-se que camadas de odontoblastos bem arranjadas e células semelhantes a odontoblastos formaram dentina tubular sob a osteodentina. A análise estatística não mostrou diferenças significativas entre

os grupos experimentais Biodentine e MTA durante o período de observação. Já em 2015, Nowicka e *cols.*, realizaram um estudo similar, com o mesmo tempo de *follow-up*, com 44 dentes, todos 3^{os} molares também. Estes autores também verificaram formação completa da ponte de dentina ^(26, 27).

Enquanto que a pesquisa realizada por Shafaat *et al.* (2016), com o objetivo de comparar a resposta da dor pulpar do Biodentine e MTA como agente de capeamento pulpar, utilizou 100 dentes de 100 indivíduos, primeiro e segundo molares permanentes vitais assintomáticos mandibulares e maxilares com cárie extensa. Os autores realizaram exposição pulpar de forma intencional para estudar a dor após a inserção do biomaterial. Este estudo mostrou um *follow-up* de 30, 90 e 180 dias. Após avaliar, se o indivíduo percebeu alguma dor pós-operatória ou sensibilidade ao *spray* frio, o resultado foi registado como falha, o procedimento foi considerado bem-sucedido quando o paciente não apresentava dor, sensibilidade ou radiolucência apical. A maioria dos pacientes não apresentaram dor pulpar, tanto com o uso do Biodentine assim como com o MTA. A análise estatística não demonstrou diferença significativa entre os dois grupos de estudo ao longo do estudo clínico ⁽²⁸⁾.

Hegd *et al.* (2017) utilizaram 24 dentes cariados e sem sintomas de pulpíte irreversível para avaliar a resposta clínica do complexo dentino-pulpar após capeamento pulpar direto com MTA e Biodentine em dentes cariados. Durante um período de 6 meses, o MTA e Biodentine apresentaram 91,7% e 83,3% de taxa de sucesso, respetivamente, com base nos sintomas subjetivos, como sensibilidade e dor, teste de sensibilidade pulpar e aparência radiográfica. Em um estudo piloto realizado por Linu *et al.* (2017), com o objetivo de investigar as sequelas do capeamento pulpar direto ao utilizar o MTA e Biodentine em dentes permanentes maduros e expostos à cárie com um tempo de acompanhamento de 1, 3, 6, 12 e 18 meses. Foi observado que o Biodentine demonstrou uma tendência de maior sucesso, com taxa de 92,3% comparado ao MTA 84,6%, entretanto, resultados análogos foram observados no caso de formação da ponte dentinária 69,2% com MTA e 61,5% para o Biodentine. Apesar destas taxas, os autores sugerem que mais estudos sejam realizados com longos períodos de acompanhamento para confirmar tais resultados ^(29, 30).

Já em um estudo realizado por Awawdeh *et al.* (2018), com o objetivo de avaliar o desempenho clínico do Biodentine e do MTA, utilizaram 68 dentes, entre incisivos, pré-molares e molares, cariados e com sinais e sintomas de pulpíte reversível, com um follow-up de 180, 365, 730 e 1095 dias. A taxa geral de sucesso no tratamento baseava-se nos seguintes parâmetros: ausência de sinais e sintomas de patologia pulpar, ausência de dor e sensibilidade à percussão, sem edema dos tecidos moles, fístula ou mobilidade anormal, ausência de rarefação periapical, reabsorção interna ou externa e obliteração do canal radicular, e viabilidade normal da polpa. Não houve diferenças significativas na taxa geral de sucesso entre o Biodentine e o MTA, que foi de 93,3% Biodentine teve 93,1% e o MTA 93,5% aos 6 meses. A taxa geral de sucesso aumentou para 96,2% em 1 ano e para 100% em 2 anos. Já em três anos, diminuiu para 93,8%. Os autores relataram que Biodentine e o MTA apresentam taxas de sucesso favoráveis e comparáveis quando utilizadas como capeamento direto ou material de pulpotomia em dentes permanentes e maduros com exposição de causa cariosa. A estrutura dentária restante e a durabilidade da restauração podem afetar significativamente o sucesso a longo prazo da terapia pulpar vital ⁽³¹⁾.

Juneja *et al.* (2017), realizaram um estudo clínico randomizado para comparar as taxas de sucesso clínico e radiográfico destes materiais nos tratamentos de pulpotomia em molares decíduos após 18 meses. Quarenta e cinco dentes estavam disponíveis para acompanhamento no final de 18 meses. Todos os dentes tratados com MTA e Biodentine foram clinicamente bem-sucedidos ⁽⁴⁾.

Em uma meta-análise que analisaram 8 estudos, com o objetivo de comparar as taxas de sucesso das pulpotomias com uso de Biodentine e MTA em molares decíduos, o período de acompanhamento foi entre 30 a 730 dias, e o número de amostras estiveram entre 17-45 dentes. Os autores concluíram que as taxas de sucesso clínico e radiográfico foram semelhantes com base nas evidências de qualidade limitada e baixa. Adicionalmente ainda relataram que futuros estudos clínicos randomizados de alta qualidade são necessários para avaliar a eficácia destes materiais ⁽³²⁾.

A avaliação e conhecimento de todas as características de um biomaterial fornece base científica para a sua aplicação nas práticas clínicas com maior segurança.

5 - CONCLUSÃO

O MTA foi desenvolvido na década de 90 e, desde então, as propriedades desse material têm sido estudadas para alcançar os seus benefícios máximos. No entanto, algumas limitações deste material, nomeadamente, a difícil manipulação, tempo de preparação lento e alto custo, obrigaram os pesquisadores a procurar alternativas. Como forma de tentar colmatar as falhas, o Biodentine foi lançado no mercado como substituto da dentina e com uma boa capacidade de manter a vitalidade pulpar. A manipulação relativamente mais fácil, o baixo custo e o tempo de presa mais rápido são as principais vantagens deste material quando comparado ao MTA.

O Biodentine e o MTA apresentam taxas de sucesso clínico e radiográfico semelhantes com base nas evidências encontradas na literatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Yu C, Abbott PV. An overview of the dental pulp: its functions and responses to injury. *Aust Dent J.* 2007;52(1 Suppl):S4-16.
2. Morotomi T, Washio A, Kitamura C. Current and future options for dental pulp therapy. *Jpn Dent Sci Rev.* 2019;55(1):5-11.
3. Schwendicke F, Stolpe M. Direct pulp capping after a carious exposure versus root canal treatment: a cost-effectiveness analysis. *J Endod.* 2014;40(11):1764-70.
4. Juneja P, Kulkarni S. Clinical and radiographic comparison of biodentine, mineral trioxide aggregate and formocresol as pulpotomy agents in primary molars. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2017;18(4):271-8.
5. Bjorndal L, Simon S, Tomson PL, Duncan HF. Management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J.* 2019;52(7):949-73.
6. Hanna SN, Perez Alfayate R, Prichard J. Vital Pulp Therapy an Insight Over the Available Literature and Future Expectations. *Eur Endod J.* 2020;5(1):46-53.
7. da Rosa WLO, Cocco AR, Silva TMD, Mesquita LC, Galarca AD, Silva AFD, et al. Current trends and future perspectives of dental pulp capping materials: A systematic review. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2018;106(3):1358-68.
8. Hosoya N, Takigawa T, Horie T, Maeda H, Yamamoto Y, Momoi Y, et al. A review of the literature on the efficacy of mineral trioxide aggregate in conservative dentistry. *Dent Mater J.* 2019;38(5):693-700.
9. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod.* 2010;36(1):16-27.
10. Kaur M, Singh H, Dhillon JS, Batra M, Saini M. MTA versus Biodentine: Review of Literature with a Comparative Analysis. *J Clin Diagn Res.* 2017;11(8):ZG01-ZG5.

11. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod.* 1995;21(7):349-53.
12. Hilton TJ. Keys to clinical success with pulp capping: a review of the literature. *Oper Dent.* 2009;34(5):615-25.
13. Fridland M, Rosado R. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *J Endod.* 2003;29(12):814-7.
14. Islam I, Chng HK, Yap AU. X-ray diffraction analysis of mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Int Endod J.* 2006;39(3):220-5.
15. Walker MP, Diliberto A, Lee C. Effect of setting conditions on mineral trioxide aggregate flexural strength. *J Endod.* 2006;32(4):334-6.
16. Asgary S, Parirokh M, Eghbal MJ, Brink F. Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2005;31(2):101-3.
17. Koh ET, McDonald F, Pitt Ford TR, Torabinejad M. Cellular response to Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod.* 1998;24(8):543-7.
18. Mello NC, Oliveira RS, Rangel LFG. Proteção do Complexo Dentinopulpar Utilizando Agregado Trióxido Mineral (MTA). *Revista Pró-univerSUS.* 2011;2(2):63-70.
19. Sarris S, Tahmassebi JF, Duggal MS, Cross IA. A clinical evaluation of mineral trioxide aggregate for root-end closure of non-vital immature permanent incisors in children-a pilot study. *Dent Traumatol.* 2008;24(1):79-85.
20. Malkondu O, Karapinar Kazandag M, Kazazoglu E. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *Biomed Res Int.* 2014;2014:160951.
21. Dammaschake T, Goupy L, Firla M, Bronnec F. Biodentine Active Biosilicate Technology Scientific File. *Septodont.* 2012.
22. Grech L, Mallia B, Camilleri J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. *Dent Mater.* 2013;29(2):e20-8.

23. Luo Z, Li D, Kohli MR, Yu Q, Kim S, He WX. Effect of Biodentine™ on the proliferation, migration and adhesion of human dental pulp stem cells. *J Dent.* 2014;42(4):490-7.
24. Laurent P, Camps J, About I. Biodentine(TM) induces TGF-β1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. *Int Endod J.* 2012;45(5):439-48.
25. Aggarwal V, Singla M, Miglani S, Kohli S. Comparative evaluation of push-out bond strength of ProRoot MTA, Biodentine, and MTA Plus in furcation perforation repair. *J Conserv Dent.* 2013;16(5):462-5.
26. Nowicka A, Lipski M, Parafiniuk M, Sporniak-Tutak K, Lichota D, Kosierkiewicz A, et al. Response of human dental pulp capped with biodentine and mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2013;39(6):743-7.
27. Nowicka A, Wilk G, Lipski M, Kolecki J, Buczkowska-Radlinska J. Tomographic Evaluation of Reparative Dentin Formation after Direct Pulp Capping with Ca(OH)₂, MTA, Biodentine, and Dentin Bonding System in Human Teeth. *J Endod.* 2015;41(8):1234-40.
28. Bokhari SS, Rana MJA, Adeel SS, Muner M. A comparison of the human pulpal pain response to biodentine and mineral trioxide aggregate as pulp capping agent. *Pakistan Oral & Dental Journal.* 2016;36(3).
29. Hegde S, Sowmya B, Mathew S, Bhandi SH, Nagaraja S, Dinesh K. Clinical evaluation of mineral trioxide aggregate and biodentine as direct pulp capping agents in carious teeth. *J Conserv Dent.* 2017;20(2):91-5.
30. Linu S, Lekshmi MS, Varunkumar VS, Sam Joseph VG. Treatment Outcome Following Direct Pulp Capping Using Bioceramic Materials in Mature Permanent Teeth with Carious Exposure: A Pilot Retrospective Study. *J Endod.* 2017;43(10):1635-9.
31. Awawdeh L, Al-Qudah A, Hamouri H, Chakra RJ. Outcomes of Vital Pulp Therapy Using Mineral Trioxide Aggregate or Biodentine: A Prospective Randomized Clinical Trial. *J Endod.* 2018;44(11):1603-9.

32. Nagendrababu V, Pulikkotil SJ, Veettil SK, Jinatongthai P, Gutmann JL. Efficacy of Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate in Primary Molar Pulpotomies-A Systematic Review and Meta-Analysis With Trial Sequential Analysis of Randomized Clinical Trials. *J Evid Based Dent Pract.* 2019;19(1):17-27.