

Catarina Chantal Rodrigues Brandão

Resposta Local à Utilização de Materiais em Pulpotomias de Dentes Temporários: Uma
Revisão Bibliográfica

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2019

Catarina Chantal Rodrigues Brandão

Resposta Local à Utilização de Materiais em Pulpotomias de Dentes Temporários: Uma
Revisão Bibliográfica

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2019

Catarina Chantal Rodrigues Brandão

Resposta Local à Utilização de Materiais em Pulpotomias de Dentes Temporários: Uma
Revisão Bibliográfica

Dissertação apresentada à Universidade Fernando Pessoa

como parte dos requisitos para obtenção do grau de

Mestre em Medicina Dentária

Catarina Chantal Rodrigues Brandão

RESUMO

A pulpotomia representa uma enorme contribuição para a preservação da dentição primária após o aparecimento de cárie. É o tratamento mais comum para polpas expostas cariadas assintomáticas, que não envolvam a porção radicular da polpa, em molares decíduos. O objetivo deste tratamento é preservar a vitalidade da polpa radicular evitando a perda prematura do dente.

Vários materiais têm sido utilizados para este tratamento, mas muitos deles não são extensivamente suportados na literatura, portanto, com este tema é pretendido analisar opiniões de diferentes autores acerca da resposta local de materiais utilizados na pulpotomia, de modo a compreender se existe um material que não induza nenhuma resposta desfavorável ou que seja mais favorável que os outros. No entanto, este tema gera alguma controvérsia.

Para a realização desta revisão bibliográfica foi efetuada uma pesquisa nas bases de dados científicas *PubMed*, *B-on* e *ScienceDirect*.

Palavras-Chave: “*Biodentina*”, “*Dentes decíduos*”, “*Hidróxido de Cálcio*”, “*Laser*”, “*MTA*”, “*Pulpotomia*”, “*Resposta local*”, “*Sulfato Férrico*”.

ABSTRACT

Pulpotomy represents a huge contribution to the preservation of primary dentition after the onset of caries. It is the most common treatment for asymptomatic carious exposed pulps that do not involve the root portion of the pulp in deciduous molars. The purpose of this treatment is to preserve the vitality of the root pulp by preventing premature tooth loss.

Several materials have been used for this treatment, but many of them are not extensively supported in the literature, so with this theme it is intended to analyze opinions of different authors about the local response of materials used in the pulpotomy, in order to understand if there is a material that do not induce any response that is unfavorable or more favorable than others. However, this theme generates some controversy.

For the accomplishment of this literature review a research was done in the scientific databases *PubMed*, *B-on* and *ScienceDirect*.

Key-words: “*Biodentine*”, “*Calcium Hydroxide*”, “*Ferric Sulfate*”, “*Laser*”, “*Local response*”, “*MTA*”, “*Primary teeth*”, “*Pulpotomy*”.

AGRADECIMENTOS

O maior agradecimento vai para a minha mãe. Sem ela, nada disto seria possível.

Ao meu pai pelo apoio ao longo desta fase da minha vida.

À minha irmã que me faz relativizar sobre o que é importante no mundo, mesmo sem saber.

Aos meus amigos de sempre, que vêm de há muito tempo. É realmente verdade o que dizem. Os amigos são mesmo a família que escolhemos, e eu, tenho uma família incrível.

À minha orientadora, Cristina Cardoso Silva, pela orientação e pelo tempo concedido ao longo deste trabalho.

ÍNDICE GERAL

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
AGRADECIMENTOS	vii
ÍNDICE DE SIGLAS:	x
I. INTRODUÇÃO	1
II. Materiais e Métodos.....	2
II. DESENVOLVIMENTO	2
II.1. Formocresol.....	3
i. Respostas locais favoráveis	3
ii. Respostas locais desfavoráveis	3
II.2. Agregado de Trióxido Mineral.....	4
i. Respostas locais favoráveis	4
ii. Respostas locais desfavoráveis	5
II.3. Biodentina	6
i. Respostas locais favoráveis	6
ii. Respostas locais desfavoráveis	7
II.4. Hidróxido de Cálcio.....	7
i. Respostas locais favoráveis	7
ii. Respostas locais desfavoráveis	7

II.5. Sulfato Férrico	8
i. Respostas locais favoráveis	8
ii. Respostas locais desfavoráveis	8
II.6. Laser	9
i. Respostas locais favoráveis	9
ii. Respostas locais desfavoráveis	10
III. DISCUSSÃO	10
IV. CONCLUSÃO	15
BIBLIOGRAFIA.....	16

ÍNDICE DE SIGLAS:

AAPD - *American Academy of Pediatric Dentistry*

FC - Formocresol

FDA - *Food and Drug Administration*

HC - Hidróxido de Cálcio

LP - Ligamento Periodontal

MTA - Agregado de Trióxido Mineral

Nd:YAG - *Neodymium Doped Yttrium Aluminium Garnet*

OZE - Óxido de Zinco Eugenol

pH - Potencial de Hidrogénio

SF - Sulfato Férrico

I. INTRODUÇÃO

Durante décadas, o formocresol (FC) foi considerado o material “gold standard” para utilização em pulpotomias de dentes temporários, devido à sua facilidade de utilização e à sua elevada taxa de sucesso (Meligy *et al.*, 2019; Niranjani *et al.*, 2015; Silva e Leache, 2010). Para além disso, trata-se de um agente fixador com capacidade mumificante, induzindo a fixação do tecido subjacente (Ansari *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2011).

Apesar da sua ampla aplicação, o FC possui um potencial efeito tóxico, mutagénico e cancerígeno que pode ser potencialmente perigoso para os Humanos (Goyal *et al.*, 2019; Meligy *et al.*, 2019; Niranjani *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2011; Silva e Leache, 2010) e pode ser distribuído sistemicamente (Ansari *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2010; Silva e Leache, 2010), logo, a sua segurança de utilização nas crianças foi questionada (Godhi e Tyagi, 2016).

A reabsorção radicular interna (Cuadros-Fernández *et al.*, 2013; Ghoniem *et al.*, 2018; Marghalani *et al.*, 2014; Marques *et al.*, 2015) e a inflamação (Cuadros-Fernández *et al.*, 2013; Marques *et al.*, 2015; Silva e Leache, 2010) foram as respostas locais mais frequentemente encontradas com a utilização deste material. De modo a ultrapassar estas limitações outros materiais têm sido estudados como o agregado trióxido mineral (MTA), a biodentina, o hidróxido de cálcio (HC), o sulfato férrico (SF) e o laser de forma a dispôr de uma alternativa ao FC sem apresentar as mesmas desvantagens e riscos (Silva e Leache, 2010). Outros materiais também foram estudados tais como: hipoclorito de sódio, glutaraldeído, electrocirurgia, matriz derivada de esmalte, cimento de portland, proteína osteogénica, proteínas morfogénicas, colagénio, óxido de zinco eugenol (OZE), nanopartículas magnéticas, mas estes não serão descritos no presente trabalho, dado que foram selecionados apenas os materiais mais frequentemente utilizados.

O objetivo do presente trabalho foi compreender se existe algum material que não apresente respostas locais desfavoráveis, ou se existe um material que apresente mais respostas favoráveis que os outros.

Por ser um tratamento muito frequentemente realizado em odontopediatria e pelo facto de existirem vários materiais disponíveis surgiu o interesse de investigar as respostas favoráveis e desfavoráveis que os vários materiais provocam, no sentido de auxiliar na escolha de um material para a realização de pulpotomias.

II. Materiais e Métodos

A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir de bibliotecas online, utilizando bases de dados como a *PubMed*, *B-on*, *ScienceDirect* e *Google Academic*. Foi também usado um livro de maneira auxiliar, *Cohen's Pathways of the Pulp*.

A pesquisa foi realizada de acordo com as palavras-chave: “*Biodentine*”, “*Calcium Hydroxide*”, “*Ferric Sulfate*”, “*Laser*”, “*Local Response*”, “*MTA*”, “*Primary teeth*”, “*Pulpotomy*”. As palavras-chave foram utilizadas isoladas e conjugadas entre si com o marcador booleano *AND*.

Da pesquisa inicial resultaram 1802 artigos. Foram considerados os seguintes critérios de inclusão: artigos publicados entre as datas de 2009 e 2019 inclusive, em língua portuguesa e inglesa; artigos do tipo: guidelines, estudos clínicos randomizados, estudos observacionais e artigos de revisão narrativa e que estivessem disponíveis a texto completo. Foram excluídos artigos que, após a leitura do título, resumo ou texto completo não apresentassem conteúdo relevante para inclusão no presente trabalho. Foram selecionados após uma exaustiva análise, 35 artigos.

II. DESENVOLVIMENTO

De acordo com as orientações da *American Academy of Pediatric Dentistry* (AAPD), “a pulpotomia é realizada em dentes decíduos com cáries extensas, sem qualquer evidência de patologia radicular. A polpa coronal é amputada e a superfície do restante tecido radicular vital é tratada com um agente terapêutico com sucesso clínico a longo prazo” (Dhar *et al.*, 2017). O agente terapêutico ideal seria bactericida, inofensivo para a polpa e para as estruturas que a rodeiam, sem toxicidade e deveria promover a cicatrização da polpa radicular remanescente sem interferir no processo de reabsorção fisiológico (Ansari *et al.*, 2018; Caruso *et al.*, 2018; Niranjani *et al.*, 2015).

A pulpotomia tem como objetivo manter a integridade dos dentes e preservar a vitalidade da polpa de modo a permitir uma boa fonética, estética e função mastigatória até à altura da esfoliação fisiológica (Junior *et al.*, 2016; Junqueira *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2010).

II.1. Formocresol

A utilização do FC foi introduzida em 1904 por Buckley, e a sua fórmula é ainda hoje a que está na base da sua utilização (Silva e Leache, 2010). Apesar de ter sido considerado o material “gold standard” durante muito tempo, por ser um agente terapêutico clinicamente bem-sucedido a longo prazo quando utilizado na pulpotomia, devido, principalmente, ao seu excelente sucesso clínico e à sua facilidade de uso (Meligy *et al.*, 2019), investigadores questionaram a sua utilização devido aos possíveis efeitos tóxicos, mutagénicos e carcinogénicos (Goyal *et al.*, 2019; Niranjani *et al.*, 2015; Pallares *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2011), e ainda possível distribuição sistémica (Ansari *et al.*, 2018; Pallares *et al.*, 2010; Silva e Leache, 2010).

i. Respostas locais favoráveis

O FC é um agente fixador que permite a mumificação de toda a polpa residual, dado que provoca uma desnaturalização das proteínas da polpa radicular mais próxima à câmara pulpar e se difunde até à polpa mais apical (Caruso *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2011; Silva e Leache, 2010).

Segundo alguns estudos, a obliteração do canal pulpar foi observada em alguns dos dentes tratados com este material (Ghoniem *et al.*, 2018; Goyal *et al.*, 2019; Meligy *et al.*, 2019; Pallares *et al.*, 2010). Este achado radiográfico é apoiado pelos resultados encontrados na análise histológica – calcificação, vascularização regular e vitalidade pulpar (Marques *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2011) – já que a obliteração pulpar é o resultado da extensa atividade odontoblástica, indicando algum grau de vitalidade pulpar (Meligy *et al.*, 2019).

ii. Respostas locais desfavoráveis

O FC contém compostos como o formaldeído que é um produto que provoca inflamação nos tecidos circundantes (Silva *et al.*, 2010). A par da sua toxicidade local (Pallares *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2010), provoca hipersensibilidade (Ansari *et al.*, 2018), necrose e descamação dos tecidos quando em contacto com a gengiva (Niranjani *et al.*, 2015). Dado que a sua absorção é sistémica, a resposta imune encontra-se alternada (Pallares *et al.*, 2010) e a prevalência de defeitos hipoplásicos e/ou de hipomineralização encontra-se aumentada (Niranjani *et al.*, 2015).

A utilização deste material em dentes decíduos está associada à possibilidade de aparecimento de defeitos no esmalte e na dentina dos dentes permanentes sucessores (Silva *et al.*, 2010) e, cada ano que passa após a conclusão do tratamento, existe uma probabilidade 4,6 vezes maior de haver erupção precoce do dente permanente sucessor (Ghoniem *et al.*, 2018).

A reabsorção interna foi a falha radiográfica mais encontrada nos dentes tratados com FC (Cuadros-Fernández *et al.*, 2013; Ghoniem *et al.*, 2018; Marghalani *et al.*, 2014 Marques *et al.*, 2015; Pallares *et al.*, 2010). Outros achados radiográficos como a reabsorção externa, radiolucência perirradicular, radiolucência de furca e espessamento do ligamento periodontal (LP) foram observados com menos frequência (Ghoniem *et al.*, 2018; Meligy *et al.*, 2019).

A resposta histológica da polpa radicular ao FC parece ser desfavorável, exibindo áreas de necrose e tecido conjuntivo com inflamação crônica variando de um grau baixo a elevado (Marques *et al.*, 2015).

II.2. Agregado de Trióxido Mineral

O MTA foi primeiramente descrito na literatura científica como um potencial agente terapêutico em 1993, e foi aprovado para uso endodôntico pela Food and Drug Administration (FDA) em 1998, passando a ser comercializado em 1999 (Godhi e Tyagi, 2016; Niranjani *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2010; Silva e Leache, 2010).

i. Respostas locais favoráveis

Algumas revisões sistêmicas e meta-análises mostraram que o MTA, quando usado em pulpotomias, apresenta um desempenho superior e maiores taxas de sucesso, quando comparado com outros materiais assegurando a sua segurança e eficácia (Junior *et al.*, 2016).

O MTA possui o potencial biológico capaz de cicatrizar e reparar os tecidos. Este parece preservar o tecido pulpar, quando colocado sobre a polpa ou sobre os tecidos perirradiculares, e promover a estimulação da formação ou reparação de tecidos como a dentina, cemento, osso e LP (Chen e Jorden, 2012; Goyal *et al.*, 2019; Silva e Leache, 2010; Silva *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2011).

Com efeito, verificou-se que quando o MTA é aplicado diretamente sobre a polpa induz a formação de dentina observável à entrada dos canais (pontes dentinárias) e ao longo dos canais radiculares (estenose radicular). É possível observar com frequência a formação de pontes de dentina não porosa (Cuadros-Fernández *et al.*, 2016) e espessa (Cuadros-Fernández *et al.*, 2013; Marghalani *et al.*, 2014), deposição de dentina secundária (Frenkel *et al.*, 2012), indução da aposição de dentina reacional (Niranjani *et al.*, 2015) e de dentina reparadora (Cuadros-Fernández *et al.*, 2016; Niranjani *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2011), para além de induzir as células pulpareas a produzir citocinas, de modo a acelerar a formação de uma barreira de tecido duro (Frenkel *et al.*, 2012). A formação de dentina demonstra a presença de atividade odontoblástica que comprova a vitalidade da polpa do canal radicular remanescente (Silva *et al.*, 2011).

A obliteração do canal pulpar foi o achado radiográfico mais comum e foi demonstrado que este material tem uma baixa reação inflamatória (Frenkel *et al.*, 2012; Ghoniem *et al.*, 2018; Godhi e Tyagi, 2016; Junior *et al.*, 2016; Junqueira *et al.*, 2018; Marghalani *et al.*, 2014; Pallares *et al.*, 2010; Çelik *et al.*, 2019). Para além disso, o MTA não apresenta efeitos adversos na denteção em desenvolvimento (Chen e Jorden, 2012; Silva e Leache, 2010).

A resposta histológica da polpa radicular ao MTA parece ser favorável e a avaliação histológica vem confirmar os resultados descritos anteriormente, já que, o MTA parece preservar a arquitetura normal da polpa, apresenta pouco ou nenhum sinal de inflamação e existe vitalidade pulpar, calcificação e estenose radicular (Cuadros-Fernández *et al.*, 2016; Junior *et al.*, 2016; Junqueira *et al.*, 2018). Pode-se ainda observar nos dentes tratados com MTA, a formação de uma barreira de tecido duro entre o material e o tecido pulpar remanescente atribuída à capacidade de selamento, biocompatibilidade e alcalinidade do MTA (Junqueira *et al.*, 2018; Tabarsi *et al.*, 2010), e a formação de uma barreira de tecido duro rodeada por odontoblastos sobre os cotos da polpa (Junqueira *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2011).

É bastante pertinente referir que todas estas respostas locais favoráveis foram observadas muito mais frequentemente do que as respostas ditas desfavoráveis.

ii. Respostas locais desfavoráveis

O MTA parece ser o agente terapêutico ideal à exceção do seu custo elevado (Ansari *et al.*, 2018; Cuadros-Fernández *et al.*, 2013; Junior *et al.*, 2016; Junqueira *et al.*, 2018; Meligy *et al.*, 2019;

Silva *et al.*, 2010; Silva e Leache, 2010) dado que, segundo as recomendações do fabricante, só podemos fazer uma utilização por tratamento, razão pela qual o MTA ainda não foi adotado de maneira rotineira no tratamento de pulpotomia (Frenkel *et al.*, 2012). O MTA apresenta mais duas grandes limitações: o difícil manuseamento e o facto de poder causar descoloração dentária (Ansari *et al.*, 2018; Junior *et al.*, 2016; Junqueira *et al.*, 2018; Liu *et al.*, 2011; Meligy *et al.*, 2019; Pallares *et al.*, 2010; Silva e Leache, 2010; Çelik *et al.*, 2019).

A reabsorção interna foi a falha radiográfica mais frequentemente encontrada nos dentes tratados com MTA, no entanto, numa percentagem menor que todas as respostas locais favoráveis apresentadas por este material (Cuadros-Fernández *et al.*, 2013; Ghoniem *et al.*, 2018; Marghalani *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2011). Observaram-se outras adversidades, registadas singularmente em estudos, como o abscesso e mobilidade patológica (Silva *et al.*, 2011), a radiolucência de furca (Pallares *et al.*, 2010) e o espessamento do LP (Ghoniem *et al.*, 2018).

Segundo Mendoza *et al.*, alterações no tempo de erupção dos dentes permanentes sucessores foram observadas, erupção precoce (22%) e erupção tardia (54%), e ainda segundo o referido estudo, cada ano que passa após a conclusão do tratamento, existe uma probabilidade 4,6 vezes maior de haver erupção precoce do dente permanente sucessor. No entanto, não foram observados defeitos na mineralização, rotação ou má posição dos dentes sucessores (Mendoza *et al.*, 2014).

II.3. Biodentina

A Biodentina foi desenvolvida para combinar a elevada biocompatibilidade e bioatividade dos silicatos de cálcio com propriedades melhoradas como uma maior rapidez de endurecimento e melhores características mecânicas (Cuadros-Fernández *et al.*, 2016; Junior *et al.*, 2016).

i. Respostas locais favoráveis

A Biodentina possui a elevada capacidade de criar uma boa participação na preservação da vitalidade pulpar, consegue estimular fatores de crescimento que ativam a dentinogénese e a diferenciação de odontoblastos e, induzir a regeneração de tecido duro (Caruso *et al.*, 2018;

Meligy *et al.*, 2019). De facto, observamos a formação de dentina não porosa e a formação de dentina reacional e reparadora (Grewal *et al.*, 2016; Niranjani *et al.*, 2015). A obliteração do canal pulpar é também um achado frequente em pulpotomias realizadas com este material (Meligy *et al.*, 2019).

ii. Respostas locais desfavoráveis

A dor, o edema, a sensibilidade à percussão e a mobilidade patológica foram achados clínicos observados em dentes com pulpotomias realizadas com biodentina. Radiograficamente, apenas foi observado o espessamento do LP (Caruso *et al.*, 2018; Niranjani *et al.*, 2015). No entanto, todas estas respostas locais desfavoráveis foram muito pouco frequentes.

II.4. Hidróxido de Cálcio

i. Respostas locais favoráveis

Devido ao seu elevado pH, o HC, neutraliza os ácidos e estimula os odontoblastos na regulação da diferenciação de células semelhantes a odontoblastos e dos próprios odontoblastos na deposição de matriz mineralizada, favorecendo a cicatrização da polpa (Caruso *et al.*, 2018; Marques *et al.*, 2015). Sob condições normais, a capacidade de cicatrização do HC é devida à sua atividade antibacteriana. O pH alcalino do HC vai também ativar a fosfatase alcalina que desempenha um papel importante na formação de dentina (Liu *et al.*, 2011; Praveen *et al.*, 2011).

Estes achados são apoiados pela análise histológica, onde foi verificada a presença de vitalidade pulpar, vascularização regular, calcificação e a formação de uma barreira de tecido duro coberta por uma camada de odontoblastos (Marques *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2013).

ii. Respostas locais desfavoráveis

Clinicamente, os dentes tratados com HC podem apresentar dor, edema, sensibilidade à percussão e mobilidade patológica (Caruso *et al.*, 2018).

A reabsorção interna foi o achado radiográfico mais frequente na pulpotomia dos dentes decíduos utilizando o HC como agente terapêutico (Grewal *et al.*, 2016; Liu *et al.*, 2011; Marques *et al.*, 2015; Praveen *et al.*, 2011). Foi também observado o espessamento do LP com menos frequência (Caruso *et al.*, 2018).

Histologicamente, a inflamação é confirmada pela presença de tecido granuloso e células gigantes (Marques *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2013; Praveen *et al.*, 2011).

II.5. Sulfato Férrico

i. Respostas locais favoráveis

Quando em contacto com sangue, o SF resulta num complexo férrico ião-proteína que induz a formação de uma membrana na base da amputação da polpa pela aglutinação de proteínas séricas do sangue com os iões de ferro e sulfato. As proteínas aglutinadas provocam um efeito tampão que obstrui os orifícios radiculares da polpa, favorecendo a hemóstase (Seale, 2010). Esta reação promove a diminuição de coágulos sanguíneos e, conseqüentemente diminui a infecção e a reação inflamatória e subsequente reabsorção interna (Ansari *et al.*, 2018; Caruso *et al.*, 2018; Frenkel *et al.*, 2012; Goyal *et al.*, 2019; Junqueira *et al.*, 2018; Yildiz e Tosun, 2014).

A obliteração do canal pulpar também está presente (Junqueira *et al.*, 2018; Meligy *et al.*, 2019; Yildiz e Tosun, 2014). Estes resultados são confirmados pela análise histológica onde foi encontrada vitalidade pulpar e estenose radicular (Frenkel *et al.*, 2012).

ii. Respostas locais desfavoráveis

Clinicamente, os dentes tratados com SF podem apresentar dor, numa menor percentagem (Gisoure, 2011) ou numa maior percentagem (Goyal *et al.*, 2019), sensibilidade à percussão (Yildiz e Tosun, 2014), fistula e mobilidade patológica (Ansari *et al.*, 2018; Goyal *et al.*, 2019). Apesar de ser um material que primordialmente funciona por um mecanismo de ação que diminui a reação inflamatória, os dentes tratados com SF mostram a presença de inflamação (Cuadros-Fernández *et al.*, 2013).

Radiograficamente, o achado encontrado mais frequentemente é a reabsorção interna (Ansari *et al.*, 2018; Cuadros-Fernández *et al.*, 2013; Goyal *et al.*, 2019; Havale *et al.*, 2013; Yildiz e Tosun, 2014). No entanto também podemos encontrar reabsorção externa, radiolucência periapical, radiolucência de furca e espessamento do LP (Goyal *et al.*, 2019).

II.6. Laser

O laser, uma técnica não farmacológica, tem sido evidenciado no tratamento de pulpotomia por ser atraumática, permitindo a remoção de tecido pulpar sem contacto mecânico, e asséptica, trazendo o benefício adicional de prevenir a contaminação bacteriana no restante tecido pulpar (Chen e Jorden, 2012).

No caso da pulpotomia, o seu uso concentra-se em incentivar o tecido pulpar amputado a cicatrizar mais rapidamente e eliminar os riscos de infeção. Apesar de possuir várias vantagens, o laser não pode ser colocado sob o tecido pulpar como um agente terapêutico, e por isso, tem de ser utilizado em conjunto com outro material. Por este motivo é considerado um passo complementar à pulpotomia (Ansari *et al.*, 2018; Golpayegani *et al.*, 2009).

i. Respostas locais favoráveis

Como resultado do uso extenso de diversos tipos de lasers em odontopediatria e dos benefícios terapêuticos oferecidos como a hemóstase, esterilização e cicatrização da polpa residual, o laser foi sugerido como uma alternativa promissora às abordagens farmacoterapêuticas tradicionais (Caruso *et al.*, 2018; Niranjani *et al.*, 2015). Quando o laser é aplicado na polpa após a preparação da cavidade, parece acelerar a reparação da estrutura dentária. A lógica por trás desta afirmação é que o laser induz uma melhoria da calcificação da superfície da polpa radicular e estimula a formação de tecido calcificado. O laser argónio e o laser Neodymium Doped Yttrium Aluminium Garnet (Nd:YAG) parecem estimular fortemente a formação de dentina secundária quando a radiação de baixo nível desses comprimentos de onda foi aplicada (Ansari *et al.*, 2018).

Os lasers levam ainda a uma redução da dor e regressão do edema, com consequente efeito anti-inflamatório podendo reduzir a fase de exsudado do processo inflamatório, promover um maior

grau de vascularização e aumentar a síntese de colagénio. Para além disso, têm sido utilizados para tratar a hipersensibilidade dentária. Os efeitos do laser no processo de reparação estão relacionados com o aumento da proliferação celular (Marques *et al.*, 2015).

ii. Respostas locais desfavoráveis

Na pulpotomia, o laser pode causar dor e edema nos tecidos moles (Niranjani *et al.*, 2015). Para além disso, apesar de à partida configurações de baixa energia causarem menos danos, podem causar inflamação pulpar leve reversível que desaparece com o tempo. O risco de usar uma configuração de energia mais alta é que esta pode causar uma inflamação irreversível e subsequentemente reabsorção radicular (Chen e Jorden, 2012).

III. DISCUSSÃO

Ao longo das últimas décadas foram realizados vários estudos sobre os materiais que poderiam ser utilizados na pulpotomia. Investigou-se sobre quais as melhores taxas de sucesso, quais as maiores vantagens, quais as maiores limitações e sobre as respostas que cada agente terapêutico induz na polpa em materiais como o formocresol, o agregado de trióxido mineral, a biodentina, o hidróxido de cálcio, o sulfato férrico, o laser, entre outros.

Já que o assunto principal rodeia as respostas locais, é importante mencionar em que consistem. Considera-se uma resposta desfavorável quando temos a presença de sinais clínicos como a dor, sensibilidade à percussão, edema, abscesso ou fístula e mobilidade patológica, e quando temos a presença de sinais radiográficos como a reabsorção radicular interna ou externa, lesão da bifurcação radicular, espessamento patológico do LP ou sinais de deslocação ou desaparecimento de material. Considera-se uma resposta favorável a ausência de sinais clínicos e radiográficos, e quando se evidencia a formação de dentina reparadora, seja pela presença de pontes dentinárias na área imediatamente apical ao material adaptado na câmara pulpar, seja na entrada do canal radicular, ou pela evidência de imagem radiográfica de estenose parcial (Silva e Leache, 2010).

A obliteração do canal pulpar com o FC, MTA, biodentina e SF, foi considerada uma resposta reparativa e não uma falha na maioria dos estudos, no entanto, alguns estudos consideram uma falha (Gopalakrishnan *et al.*, 2018).

A ponte de dentina pode não ser considerada um sinal de sucesso para o tratamento da pulpotomia, pois o seu conceito é controverso. A presença de uma ponte de dentina pode ser vista como uma resposta de cicatrização ou como uma reação pulpar à irritação. A formação de dentina reacional é um sinal ou consequência de tentativas de processos de reparação no tecido pulpar. No entanto, após uma cicatrização inicial, o processo reativo pode falhar, levando a falha clínica. Para além disso, a formação de uma ponte de dentina não significa que a polpa seja completamente selada do meio (Liu *et al.*, 2011).

O MTA parece não afetar a função mitocondrial, sendo que este é um dos organelos celulares afetado pelo FC (Menezes *et al.*, 2009). Em relação aos dentes tratados com MTA, os dentes tratados com FC têm 5,1 vezes mais probabilidade de falhar e os seus sucessores permanentes parecem erupcionar a um ritmo mais rápido (Ghoniem *et al.*, 2018). Enquanto alguns autores consideram a erupção precoce um sucesso se não houver sinais de falha clínica, outros consideram um fracasso (Caruso *et al.*, 2018; Gopalakrishnan *et al.*, 2018).

Alguns dos dentes tratados com FC desencadeiam uma camada de necrose superficial na área inflamada. Esta descoberta, à partida seria considerada uma resposta desfavorável, no entanto, segundo Haghgoo e Abbasi, este achado não é considerado uma falha, mas sim o resultado da mumificação causada pela ação do FC (Haghgoo e Abbasi, 2012).

Tanto o MTA como o HC têm um valor de pH muito alto. O valor de pH do MTA é 10,2 após a mistura e sobe para 12,5 às três horas de endurecimento (Liu *et al.*, 2011;). Comparado com o HC, o MTA mostra a capacidade de manter a integridade do tecido pulpar. A avaliação histológica demonstra que este material produz menos inflamação, menos hiperemia e menos necrose pulpar do que o HC, no entanto, o efeito antibacteriano do MTA é mais limitado do que das pastas de HC (Chen e Jorden, 2012; Junqueira *et al.*, 2018).

O tamanho das partículas de biodentina parece providenciar uma estrutura mais densa e menos porosa que o MTA, oferecendo mais vantagens, como uma maior rapidez de endurecimento, melhores características mecânicas e menor custo, inclusive exclui a necessidade de um material restaurador já que pode ser utilizado como um substituto de dentina permanente, ou seja, tem uma ação simultânea tanto como agente terapêutico como material restaurador e não

provoca descoloração (Caruso *et al.*, 2018; Cuadros-Fernández *et al.*, 2016; Junior *et al.*, 2016; Meligy *et al.*, 2019; Çelik *et al.*, 2019). No entanto, o MTA parece levar a resultados mais favoráveis do que a biodentina à medida que o tempo de observação aumenta (Çelik *et al.*, 2019) e parece ser o único material que leva a uma taxa de sucesso de 100% em vários estudos (Frenkel *et al.*, 2012; Godhi e Tyagi, 2016; Goyal *et al.*, 2019; Junqueira *et al.*, 2018; Çelik *et al.*, 2019). Tanto o MTA como a biodentina têm a sua biocompatibilidade comprovada e têm elevadas taxas de sucesso clínico e radiográfico, e estudos recentes demonstraram que a biodentina tem uma performance semelhante ao MTA no que toca à resposta celular inflamatória e à formação de tecido duro (Çelik *et al.*, 2019).

Apesar de dificultar a formação de pontes de dentina, acredita-se que o SF tenha o potencial de induzir hemostasia sem efeito prejudicial sobre o restante tecido pulpar (Ansari *et al.*, 2018; Caruso *et al.*, 2018). A resposta histológica da polpa ao SF foi similar à dos dentes tratados com MTA, à exceção da formação de tecido duro (Junqueira *et al.*, 2018).

O sucesso da pulpotomia não é apenas uma questão do agente terapêutico utilizado. Pelo contrário, é o sucesso de toda a modalidade de tratamento desde um diagnóstico correto, uma técnica adequada, uma boa interpretação dos resultados clínicos e radiográficos a respeitar o intervalo entre a pulpotomia e a restauração dos dentes, para além das indicações do material a ser utilizado (Caruso *et al.*, 2018; Goyal *et al.*, 2019; Junior *et al.*, 2016; Junqueira *et al.*, 2018; Marghalani *et al.*, 2014). Deste modo, acaba por se tornar complicado descobrir se as respostas induzidas se devem ao próprio agente terapêutico usado na pulpotomia, ou a outros fatores.

Em termos clínicos, a mobilidade patológica com o MTA, biodentina, HC e SF pode dever-se ao espessamento do LP. A dor, observada nos casos tratados com biodentina, HC, SF e laser pode ser atribuída à diferença de técnicas e à duração do estudo (Goyal *et al.*, 2019).

Em termos radiográficos, a reabsorção interna foi o achado mais encontrado e pode estar presente nos tratamentos realizados com FC, MTA, HC, SF e laser. Apesar desta condição sugerir vitalidade pulpar, o mecanismo exato que leva a esta condição ainda não está devidamente compreendida. Fatores como o diagnóstico incorreto, inadequado controlo da hemorragia durante o procedimento, o contacto agente terapêutico/coágulo sanguíneo, restaurações inadaptadas e a inflamação pulpar podem estar relacionados com este processo (Junqueira *et al.*, 2018; Marques *et al.*, 2015).

Apesar do MTA não conter HC, óxido de cálcio é formado depois do MTA endurecer, podendo reagir com os tecidos para produzir HC. Depois do contacto com o tecido pulpar, o MTA apresenta algumas estruturas similares a cristais de calcite encontrados no HC. Deste modo, acredita-se que o mecanismo de ação do MTA seja similar ao HC. Nas pulpotomias realizadas com MTA, a reabsorção interna pode resultar da sobre-estimulação da polpa primária pelo HC ser altamente alcalino. Esta sobre-estimulação altamente alcalina induzida pode causar metaplasias dentro do tecido pulpar levando à formação de odontoblastos (Godhi e Tyagi, 2016).

O objetivo da pulpotomia é manter o dente decíduo assintomático e funcional até à altura da sua esfoliação fisiológica. Esta definição permite a inclusão de qualquer condição assintomática que não condicione o dente em termos funcionais. A reabsorção interna está incluída nesta definição desde que não esteja associada com uma reabsorção radicular externa. Esta pode então ser vigiada, esperando desta maneira, o seu desaparecimento e a formação de tecido calcificado. De acordo com um estudo realizado por Godhi e Tyagi, um dos dentes tratados com MTA apresentou reabsorção interna aos 12 meses de follow-up, no entanto, durante os 24 e 36 meses de follow-up esta condição já não se verificava e foi substituída por tecido calcificado (Godhi e Tyagi, 2016).

A reabsorção interna pode ser também resultado de uma inflamação crónica da polpa radicular não diagnosticada antes da pulpotomia (Godhi e Tyagi, 2016; Yildiz e Tosun, 2014).

A ocorrência de reabsorção interna pode ainda ser atribuída ao uso de OZE como uma sub-base, já que o eugenol é irritante e pode causar uma inflamação crónica (Junqueira *et al.*, 2018).

Na maioria dos estudos, depois do uso do SF na pulpotomia, os cotos da polpa são cuidadosamente lavados. Quando não realizamos este procedimento (lavagem), o complexo metal-proteína formado pelo SF na superfície dos cotos da polpa não é removido e pode atuar como uma barreira para os componentes irritantes da sub-base, impedindo a difusão do eugenol pelo tecido pulpar. Além do mais, a formação deste complexo previne a formação de coágulo sanguíneo minimizando a possibilidade de inflamação e reabsorção interna (Junqueira *et al.*, 2018).

A reabsorção externa com o FC, pode acontecer devido a uma lesão inflamatória periapical que resultou na perda de lâmina dura ao redor do ápice e a radiolucência periapical com o FC, MTA

e SF, pode acontecer devido à libertação de bactérias e das suas toxinas pelo forâmen apical (Goyal *et al.*, 2019).

As falhas do tratamento podem também resultar de uma inflamação a nível histológico que pode não ter sido diagnosticada clinicamente ou devido a respostas biológicas ou imunológicas dos pacientes aos agentes terapêuticos. O facto de três das falhas, num estudo feito por Frenkel *et al.*, estarem presentes no mesmo paciente confirma esse tipo de hipótese (Frenkel *et al.*, 2012).

A cicatrização da polpa dentária não depende exclusivamente do suposto efeito estimulante de um tipo específico de agente terapêutico, mas está diretamente relacionada com a capacidade, tanto do agente terapêutico como do material restaurador definitivo, de fornecer um selamento biológico contra a microinfiltração imediata e a longo prazo de toda a restauração (Liu *et al.*, 2011).

Dados recentes relataram uma atividade anti-microbiana no MTA e na biodentina, que mostrou inibir o crescimento de espécies bacterianas orais incluindo *Streptococcus Mutans* e *Enterococcus Faecalis*. Esta propriedade antibacteriana é bastante significativa para o sucesso da restauração. De facto, um estudo retrospectivo de fatores que influenciam a resposta pulpar às restaurações de cárie, mostram que a presença de bactérias nas paredes da cavidade é o principal fator que influencia a reação da polpa sob os materiais restauradores, e consequentemente, o sucesso clínico do dente (Cuadros-Fernández *et al.*, 2016).

Muitos estudos restauraram os molares pulpotomizados com coroas metálicas, que foram consideradas as restaurações de escolha porque providenciam um bom selamento coronal, e no caso de uso do MTA na pulpotomia, a descoloração acaba por não ser um problema (Gopalakrishnan *et al.*, 2018; Seale, 2010). A cobertura total que as coroas metálicas oferecem, protege a estrutura dentária enfraquecida e garante o selamento biológico necessário para uma pulpotomia bem-sucedida ao longo do tempo. A base utilizada sobre os canais radiculares deve ser separada do cimento usado para cimentar as coroas metálicas, para que, se estas se deslocarem, a base garanta que a pulpotomia permaneça selada até que a criança possa retornar ao consultório dentário para que a coroa seja substituída (Seale, 2010).

Apesar de não haver nenhuma evidência que demonstre uma relação entre gengivite e coroas metálicas, o nível de higiene oral do paciente com estas coroas tem um efeito significativo na

gingiva, por isso, a inflamação gengival pode advir da combinação das coroas metálicas e do estado da gengiva (Cuadros-Fernández *et al.*, 2016).

IV. CONCLUSÃO

O material ideal para a realização de uma pulpotomia é um assunto que continua envolto em grande controvérsia, apesar da vasta literatura científica publicada sobre o assunto.

Nestes últimos anos têm surgido cada vez mais materiais que têm potencial para serem usados na pulpotomia e induzirem uma resposta local favorável. A Medicina Dentária está constantemente a receber técnicas e novos produtos que nos irão permitir, na prática clínica, uma melhor eficácia de tratamento.

Existem autores que defendem que a utilização de certos materiais é mais favorável que outros, no entanto ainda não existe um material que não induza nenhuma resposta local desfavorável, mas, existem sim materiais que induzem maior quantidade de respostas locais favoráveis. Torna-se também difícil compreender se as respostas induzidas são realmente derivadas dos agentes terapêuticos em si, ou se são derivadas de outros fatores.

De modo a chegar a resultados mais conclusivos, estudos envolvendo um maior tempo de observação são necessários e os dentes em estudo necessitam de ser monitorizados até à sua esfoliação fisiológica. Além disso, estudos envolvendo amostras maiores devem ser conduzidos de maneira a obter resultados mais abrangentes.

BIBLIOGRAFIA

Ansari, G. *et al.* (2018). Evaluation of Four Pulpotomy Techniques in Primary Molars: A Randomized Controlled Trial. *Iranian Endodontic Journal*, 13(1), pp. 7-12.

Caruso, S. *et al.* (2018). Clinical and radiographic evaluation of biodentine versus calcium hydroxide in primary teeth pulpotomies: a retrospective study. *BMC Oral Health*, 18(54), pp. 1-7.

Çelik, B. *et al.* (2019). The evaluation of MTA and Biodentine as a pulpotomy materials for carious exposures in primary teeth. *Clinical Oral Investigations*, 23, pp. 661–666.

Chen, J. e Jorden, M. (2012). Materials for primary tooth pulp treatment: the present and the future. *Endodontic Topics*, 23, pp. 41–49.

Cuadros-Fernández, C. *et al.* (2013). Clinical and radiographic outcomes of the use of four dressing materials in pulpotomized primary molars: a randomized clinical trial with 2-year follow-up. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 23, pp. 400–407.

Cuadros-Fernández, C. *et al.* (2016). Short-term treatment outcome of pulpotomies in primary molars using mineral trioxide aggregate and Biodentine: a randomized clinical trial. *Clinical Oral Investigations*, 20, pp. 639–645.

Dhar, V, *et al.* (2017). Use of vital pulp therapies in primary teeth with deep caries lesions. *American Academy of Pediatric Dentistry*, 39(5), pp. 146-159.

Frenkel, G. *et al.* (2012). Clinical and Radiographic Outcomes Of Pulpotomized Primary Molars Treated with White or Gray Mineral Trioxide Aggregate And Ferric Sulfate –Long Term Follow-Up. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 37(2), pp. 137-142.

Ghoniem, N. *et al.* (2018). Mineral Trioxide Aggregate and Diluted Formocresol Pulpotomy: Prospective and Retrospective Study Outcomes. *Journal Michigan Dental Association*, 100(4), pp. 40–65.

Gisoure, E. (2011). Comparison of Three Pulpotomy Agents in Primary Molars: A Randomised Clinical Trial. *Iranian Endodontic Journal*, 6(1), pp. 11-14.

Godhi, B. e Tyagi, R. (2016). Success Rate of MTA Pulpotomy on Vital Pulp of Primary Molars: A 3-Year Observational Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 9(3), pp. 222-227.

Golpayegani, M. *et al.* (2009). Low-Level Laser Therapy for Pulpotomy Treatment of Primary Molars. *Journal of Dentistry*, 6(4), pp. 168-174.

Gopalakrishnan, V. *et al.* (2018). Qualitative assessment of published studies on pulpotomy medicaments for primary molar teeth. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 10, pp. 1-14.

Goyal, P. *et al.* (2019). Clinical and radiographic comparison of various medicaments used for pulpotomy in primary molars: A randomized clinical trial. *European Journal of Dentistry*, 10, pp. 315-320.

Grewal, N. *et al.* (2016). Comparative evaluation of calcium silicate-based dentin substitute (Biodentine) and calcium hydroxide (pulpdent) in the formation of reactive dentin bridge in regenerative pulpotomy of vital primary teeth: Triple blind, randomized clinical trial. *Contemporary Clinical Dentistry*, 7(4), pp. 457-463.

Haghighi, R. e Abbasi, F. (2012). A Histopathological Comparison of Pulpotomy with Sodium Hypochlorite and Formocresol. *Iranian Endodontic Journal*, 7(2), pp. 60-62.

Havale, R. *et al.* (2013). Clinical and Radiographic Evaluation of Pulpotomies In Primary Molars With Formocresol, Glutaraldehyde and Ferric Sulphate. *Oral Health and Dental Management*, 12(1), pp. 24-31.

Junior, E. *et al.* (2016). MTA and biodentine for primary teeth pulpotomy: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Clinical Oral Investigations*, 23(4), pp. 1967-1976.

Junqueira, M. *et al.* (2018). Clinical, Radiographic and Histological Evaluation of Primary Teeth Pulpotomy Using MTA And Ferric Sulfate. *Brazilian Dental Journal*, 29(2), pp. 159-165.

Liu, H. *et al.* (2011). Mineral Trioxide Aggregate versus Calcium Hydroxide for Pulpotomy in Primary Molars. *The Chinese Journal of Dental Research*, 14(2), pp. 121-125.

Marghalani, A. *et al.* (2014). Clinical and radiographic success of mineral trioxide aggregate compared with formocresol as a pulpotomy treatment in primary molars: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of the American Dental Association*, 145(7), pp. 714-721.

Marques, N. *et al.* (2015). Low-level laser therapy as an alternative for pulpotomy in human primary teeth. *Lasers in Medical Science*, 30(18), pp. 1815-1822.

Meligy, O. *et al.* (2019). Biodentine versus formocresol pulpotomy technique in primary molars: a 12-month randomized controlled clinical trial. *BMC Oral Health*, 19(3), pp. 1-8.

Mendoza, A. *et al.* (2014). Effect of mineral trioxide aggregate (MTA) pulpotomies in primary molars on their permanent tooth successors. *American Journal of Dentistry*, 27(5), pp. 268-271.

Menezes, J. *et al.* (2009). In vitro toxicity of MTA compared with other primary teeth pulpotomy agents. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 33(3), pp. 217-222.

Niranjani, K. *et al.* (2015). Clinical Evaluation of Success of Primary Teeth Pulpotomy Using Mineral Trioxide Aggregate, Laser and Biodentine- an In Vivo Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(4), pp. 35-37.

Oliveira, T. *et al.* (2013). Clinical, radiographic and histologic analysis of the effects of pulp capping materials used in pulpotomies of human primary teeth. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 14, pp. 65-71.

Pallares, M. *et al.* (2010). Mineral trioxide aggregate in primary teeth pulpotomy: A systematic literature review. *Medicina Oral Patologia Oral Y Cirurgia Bucal*, 15(6), pp. 942-946.

Praveen, P. *et al.* (2011). A review of obturating materials for primary teeth. *University Journal of Dental Sciences*, 1(3), pp. 1-4.

Seale, N. (2010). Vital Pulp Therapy for the Primary Dentition. *Academy of Dental Therapeutics and Stomatology*, 1, pp. 2-10.

Silva, C. e Leache, E. (2010). Utilização do Agregado Trióxido Mineral (MTA) em pulpotomias de molares temporários. *Dentistry*, pp. 34-37.

Silva, C. *et al.* (2010). Agregado de Trióxido Mineral (MTA): Aplicações em Odontopediatria. *Revista da Ordem dos Médicos Dentistas*, 7, pp. 14-27.

Silva, C. *et al.* (2011). Clinical study of Mineral Trioxide Aggregate in primary molars. Comparison between Grey and White MTA - A long term follow-up (84 months). *Journal of Dentistry*, 39, pp. 187–193.

Tabarsi, B. *et al.* (2010). A comparative study of dental pulp response to several pulpotomy agents. *International Endodontic Journal*, 43, pp. 565–571.

Yildiz, E. e Tosun, G. (2014). Evaluation of formocresol, calcium hydroxide, ferric sulfate, and MTA primary molar pulpotomies. *European Journal of Dentistry*, 8, pp. 234-240.