

# **Pulpotomia com Biodentine, alternativa à pulpectomia no tratamento endodôntico convencional em dentes permanentes maduros com pulpite irreversível?**

**Guéric Stéphane Noël Pontiac**

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

**Gandra, 30 de junho de 2020**

**Guéric Stéphane Noël PONTIAC**

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

**Pulpotomia com Biodentine, alternativa à  
pulpectomia no tratamento endodôntico  
convencional em dentes permanentes maduros com  
pulpite irreversível?**

**Trabalho realizado sob a Orientação de Dra. Sónia Ferreira e de Prof Doutor  
Pedro Bernardino**

## **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.



**CESPU**  
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

## Declaração do Orientador

Eu, **“Sónia Manuel Viegas Ferreira”**, com a categoria profissional de Docente Convidado do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, tendo assumido o papel de Orientador da Dissertação intitulada **“Pulpotomia com Biodentine, alternativa à pulpectomia no tratamento endodôntico convencional em dentes permanentes maduros com pulpite irreversível?”**, do Aluno do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, **“Guéric Stéphane Noël Pontiac”**, declaro que sou de parecer favorável para que a Dissertação possa ser depositada para análise do Arguente do Júri nomeado para o efeito para Admissão a provas públicas conducentes à obtenção do Grau de Mestre.

Gandra, 30 de Julho de 2020

---

O Orientador



## **Agradecimentos:**

Ao meu irmão, à minha mãe e ao meu pai que sempre souberam estar do meu lado independentemente da situação e que sempre fizeram o máximo por mim.

A todas as pessoas que já não estão fisicamente presentes e cuja ajuda e apoio tenho sentido ao longo deste estágio. Obrigado pépé, sempre ficaste do meu lado, mesmo nos dias mais escuros e nunca paraste de me iluminar.

A todos os meus amigos portugueses, espanhóis, italianos e franceses que fizeram parte da minha vida durante estes 5 anos, sem esquecer Tivince, com quem embarquei nesta aventura: temos agora a resposta para: "Nou bar pa Porto nous?!"

Ao meu binómio e colega de quarto e ainda mais, Remi, que me tem apoiado em todos os momentos ao longo deste ano.

À l'UAX, à minha escola Erasmus e a Simon, com quem partilhei esta experiência em Madrid, onde conseguimos misturar alegria e seriedade.

À CESPU e a todos os professores que partilharam o seu tempo para transmitir os seus conhecimentos e experiência, obrigado por tornarem um sonho realidade.

Especialmente os meus orientadores, Dra. Sonia Ferreira e Prof. Doutor Pedro Bernardino que, graças à sua paciência e grande ajuda, fui capaz de tornar este trabalho uma realidade.

Obrigado a todos, estou muito grato e tenho a certeza de que nunca esquecerei.





## Resumo

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão da literatura sobre a utilização de um material à base do silicato de cálcio, o Biodentine, na realização de tratamentos de Terapia Pulpar Vital nomeadamente na pulpotomia. A pesquisa na base de dados da PubMed foi realizada utilizando a combinação das seguintes palavras chave: *“pulpotomy”, “permanent teeth”, “Biodentine”, “irreversible pulpitis” e “vital pulp therapy”* da qual resultaram 108 artigos que foram reduzidos a 22 pela relevância do tema.

Estes artigos forneceram dados importantes em relação à eficácia da Pulpotomia como tratamento da pulpíte irreversível de um dente permanente maduro.

No entanto, o sucesso do tratamento depende de um bom diagnóstico e da melhor avaliação possível do estado pulpar para escolher o tratamento mais conservador, contando com a capacidade regenerativa da polpa, bem como das características biocompatíveis e bio-indutoras dos novos materiais como o BIODENTINE. Oferecendo assim um tratamento mais conservador, mais económico, mais rápido e mais seguro do que o tratamento tradicional do sistema de canais radiculares.

**Palavras-chave:** *“Pulpotomia”, “dente permanente”, “Biodentine”, “pulpíte irreversível”, “terapia pulpar vital”.*



## **Abstract**

The objective of this work was to perform a literature review on the use of a calcium silicate based material, Biodentine, in the performance of Vital Pulp Therapy treatments, including in pulpotomy. The research in the PubMed database was performed using the combination of the following key words: "*pulpotomy*", "*permanent teeth*", "*Biodentine*", "*irreversible pulpitis*" and "*vital pulp therapy*" from which 108 articles were reduced to 22 with due regard to the relevance with the subject.

These articles provided important data regarding the efficacy of Pulpotomy as the treatment of irreversible pulpitis of a mature permanent tooth.

However, the success of the treatment depends on a good diagnosis and the best possible evaluation of the pulp state to choose the most conservative treatment, counting on the regenerative capacity of the pulp, as well as the biocompatible and bio-inducing characteristics of the new materials such as BIODENTINE. Thus offering a more conservative, more economical, faster and safer treatment than the traditional root canal system treatment.

**Keywords:** "*Pulpotomy*", "*Permanent teeth*", "*Biodentine*", "*Pulpitis irreversible*", "*Vital pulp therapy*".





## **INDICE**

<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2.MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>2</b>
<b>3.RESULTADOS .....</b>	<b>3</b>
<b>4.DISSCUSSÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>4. 1 Pulpite: Inflamação pulpar e diagnóstico. ....</b>	<b>14</b>
<b>4.2 Pulpotomia. ....</b>	<b>16</b>
<b>4.3 Pulpotomia parcial ou de Cvek. ....</b>	<b>17</b>
<b>4.4 Materiais para pulpotomia. ....</b>	<b>17</b>
<b>4.5 Pulpotomia com biodentine num dente com pulpite irreversível. ....</b>	<b>20</b>
<b>5.CONCLUSÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>23</b>



## ÍNDICE DE ABREVIATURAS:

TENC: Tratamento endodôntico não cirúrgico.  
MTA: Mineral Trióxido Agregate.  
CEM: Cimento de mistura enriquecida com cálcio.  
Ca (OH)<sub>2</sub>: Hidróxido de cálcio  
AAE: American Association of Endodontics  
VPT: Vital pulp therapy  
IPC: Indirect pulp capping  
DPC: Direct pulp capping,  
MP: Miniature pulpotomy  
FP: Full pulpotomy  
RCT: Root canal treatment.  
PRF: Fibrina rica em plaquetas.  
IL-1  $\beta$ : Interleucina 1  
TNF- $\alpha$ : Tumor necrosis factor alfa  
VEGF: Vascular Endothelial Growth Factor  
TGF- $\beta$ 1: Transforming Growth Factor Beta 1

## 1-INTRODUÇÃO

A cárie dentária, não é mais do que uma agressão do tecido dentário causado por diferentes microrganismos patogénicos, que se não for detetada e tratada, pode progredir de forma relativamente rápida e atingir regiões mais internas do dente. Uma vez atingida, a polpa dentária, responde através de uma complexa resposta inflamatória que é representada de forma simples por; pulpite reversível /irreversível.<sup>(1)</sup> A classificação de pulpite reversível e irreversível é, segundo a American Association of Endodontics (AAE 2013), um diagnóstico clínico baseado em factos objetivos e subjetivos, que indicam respetivamente que; a inflamação é resolvida através da remoção do fator etiológico, ou então, a polpa não é capaz de promover a cura e um tratamento de todo o sistema de canais radiculares será necessário.<sup>(1,2)</sup> No entanto, este diagnóstico pulpar não pode ser definido apenas por estas «ferramentas clínicas», porque não representam o verdadeiro estado patológico e histológico da polpa. O que acontece na realidade, é que os estudos histológicos e microbiológicos demonstram que o “grau” de inflamação e a “invasão” microbiológica numa pulpite irreversível não é igual por todo o tecido pulpar e que pode estar limitada apenas à porção coronária.<sup>(3)</sup> Este pressuposto, levou a novas abordagens clínicas de dentes classificados como estando em pulpite irreversível, chegando a propor uma abordagem mais conservadora e evitar a remoção de toda a polpa dentária.<sup>(4)</sup>

Até há pouco tempo, o tratamento do sistema de canais radiculares (TENC) foi a primeira e única escolha em dentes com pulpite irreversível, que sendo executado dentro dos protocolos estabelecidos, tem uma taxa de sucesso de 68% a 85%.<sup>(1,5,6)</sup>

Um dente submetido a um tratamento endodôntico, vai apresentar inúmeras alterações fisiológicas e estruturais para o dente, económicas para o paciente, técnicas e demoradas para o Médico Dentista. No sentido de diminuir o enfraquecimento da estrutura dentária, pela perda da vitalidade, tem-se vindo a desenvolver soluções menos invasivas baseadas no pressuposto anteriormente descrito.<sup>(7,8)</sup>

Com o desenvolvimento de novos materiais bioativos e biocompatíveis, a pulpotomia começou a ser reavaliada e a ser vista como um tratamento definitivo para dentes permanentes maduros com pulpite irreversível.<sup>(9,10,11)</sup> Este, é sem dúvida um

tratamento menos invasivo, deixando a restante polpa saudável “selada” por um biomaterial que mantém a vitalidade pulpar e promove a cura. O aparecimento de novos materiais à base de Silicato de Cálcio, que mantém as boas propriedades do MTA mas que melhoraram o seu manuseamento, a capacidade de selamento, a biocompatibilidade e diminuíram a coloração e o tempo de presa, como o Biodentine (Septodont, Saint Maur des Fosses, France) trouxe novos desafios à terapia. (12,13,14)

O objetivo deste trabalho, é através de uma revisão da literatura determinar a eficácia do Biodentine como material de pulpotomia no caso de uma pulpíte irreversível em dentes permanentes maduros.

Assim, colocámos a hipótese de se o Biodentine, graças à sua excecional biocompatibilidade, proporciona uma abordagem permanente e mais conservadora dos resultados, no caso de uma pulpíte irreversível em dentes permanentes maduros, evitando assim, um tratamento endodontico convencional.

## **2-MATERIAS E MÉTODOS**

A pesquisa bibliográfica foi realizada através de uma busca avançada na PubMed com as seguintes palavras-chave: Pulpotomy, Permanent teeth, Biodentine, Irreversible pulpitis, Vital pulp therapy.

Foram feitas diversas combinações para a realização da pesquisa, «Pulpotomy» AND «Biodentine» AND «Permanent teeth», «Irreversible pulpitis» AND «Permanent teeth» AND “Pulpotomy», «Biodentine» AND «Pulpitis irreversible» AND «Vital pulp therapy».

Os critérios de inclusão envolvem artigos dos últimos 12 anos, escritos nos idiomas, inglês, espanhol, português e francês, artigos de revisão, meta-análise, casos clínicos e estudos clínicos.

Os critérios de exclusão são: artigos em que a pulpíte não é irreversível, artigos que abordam dentes decíduos ou imaturos e artigos com resultados que não



permitem separar as situações referidas. Numa primeira fase, foi realizada uma seleção de artigos apenas pelo título e resumo, tendo em conta o objetivo da dissertação. De seguida, os artigos selecionados foram lidos e avaliados individualmente.

### 3-RESULTADOS

A pesquisa bibliográfica resultou num total de 108 artigos utilizando a plataforma de busca PubMed. Numa primeira seleção, apenas pelo título e resumo, foram excluídos 80 artigos pois não se enquadravam de acordo com os critérios de inclusão (Figura 1). Dos 28 artigos potencialmente relevantes e após avaliação individual através de uma leitura completa, 6 foram excluídos por não fornecerem informação pertinente, restando apenas 22.<sup>(8,10,11,15-33)</sup>

Dos 22 artigos selecionados, 16 são estudos de casos que apresentam resultados em relação à Pulpite irreversível em dentes maduros permanentes.<sup>(8,10,11,18-21,23,25,27,28,30-33)</sup>

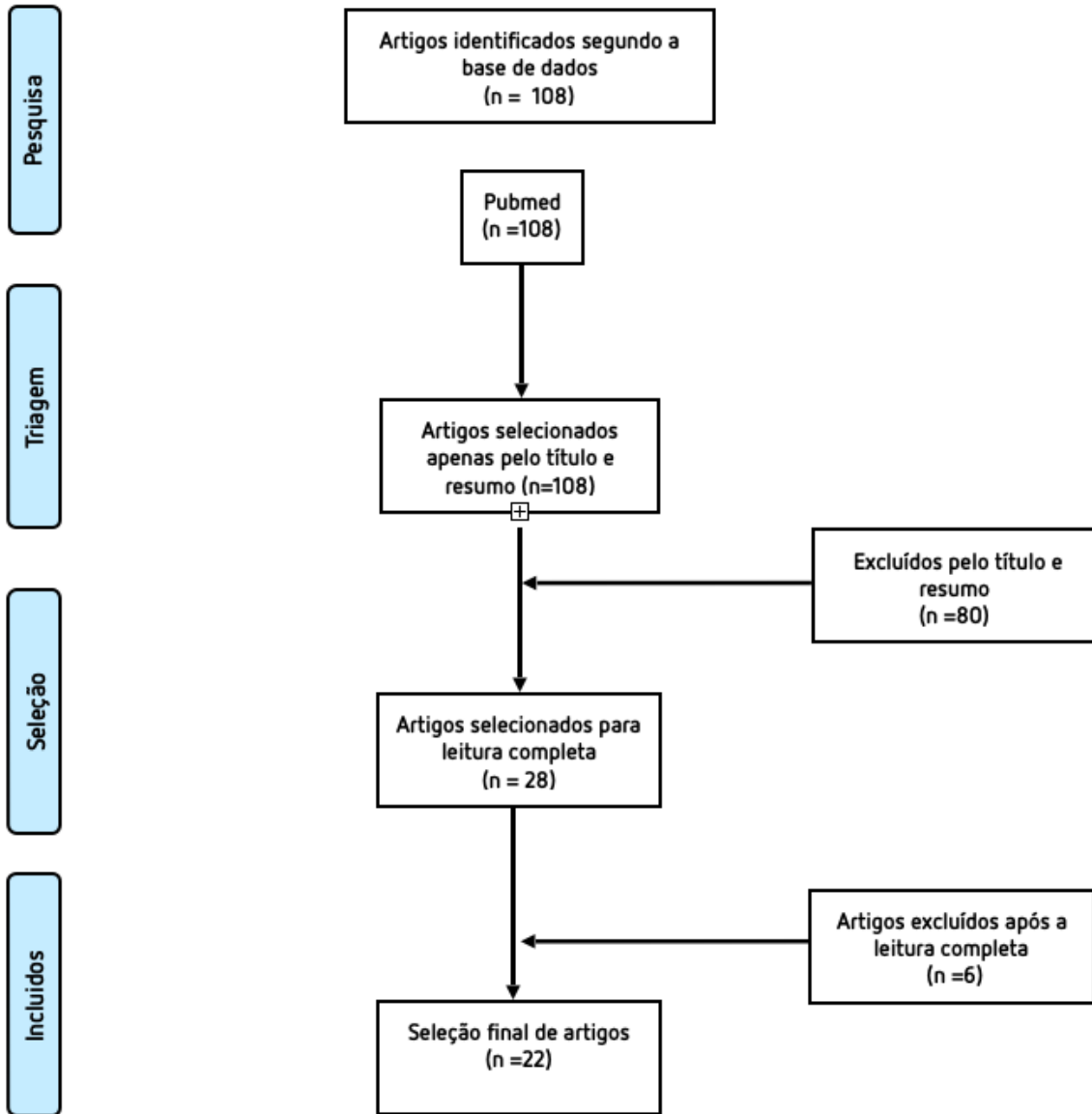
Na tabela 1, 11 artigos validam o tratamento da pulpite irreversível por pulpotomia com percentagens de sucesso perto de 90%. Existe apenas um artigo com uma taxa de sucesso mais elevada para o TENC + 2,5% (n=21).<sup>(20)</sup>

- 2 artigos falam sobre as vantagens histológicas do tratamento.<sup>(32,33)</sup>

- 1 artigo fala do custo do tratamento, que é 3,84% mais dispendioso para o TENC, no Irão.<sup>(8)</sup>

- 2 artigos dão uma indicação do tempo de processamento do TENC e da Pulpotomia, referindo que será de 4,8x (n=66) ou de 3,02x (n=407) mais longo para o TENC (n=66)<sup>(8,18)</sup>

Além dos artigos incluídos na tabela, 3 são revisão da literatura da pulpotomia em dentes permanentes maduros com pulpite irreversível<sup>(15,16,17)</sup>, 1 compara o MTA e o Biodentine e mostra através da literatura que o Biodentine permite resolver alguns defeitos do MTA<sup>(29)</sup> e 2 destacam a importância do diagnóstico pulpar propondo novas técnicas.<sup>(22-26)</sup>



**Figura. 1: Diagrama de fluxo da estratégia de busca utilizada neste estudo**

Autor Ano	Tipo de artigo	Objetivos	Materiais e métodos	Resultados:	Conclusão
NA.Taha, SZ. Abdelkader,  2018 <sup>(10)</sup>	Estudo Clínico	Avaliar o resultado de uma pulpotomia total usando Biodentine em dentes permanentes com exposição pulpar e sintomas indicativos de pulpíte irreversível.	64 molares permanentes em 52 pacientes com idade compreendidas entre 19–69 anos.  Pulpotomia com Biodentine.	2 dias: 93,8% relataram alívio completo da dor.  6 meses, 63 dos 64 compareceram ao follow-up com 98,4% de sucesso clínico e radiográfico.  1 ano: 59 dos 63 compareceram ao follow-up com 100% de sucesso clínico e 98,4 de sucesso radiográfico.	A pulpotomia total usando Biodentine é eficiente para dentes molares permanentes maduros com sinais e sintomas clínicos indicativos de pulpíte irreversível.
B. Eren, E. O. Onay, M. Ungor,  2018 <sup>(18)</sup>	Estudo clínico	Avaliar três procedimentos de emergência quanto à sua capacidade de aliviar sintomas clínicos associados a dentes sintomáticos com sinais da pulpíte irreversível.	66 participantes com pulpíte irreversível num molar vital. com idade entre 18-60 anos.  Pulpotomia = n22 Pulpectomia = n22 Pulpectomia parcial = n22  Pulpotomia com oxido de zinco eugenol	Duração do processo:  Pulpotomia= 5m Pulpectomia parcial = 13m Pulpectomia= 24m  Este estudo mostrou que as 3 intervenções foram eficazes na redução da dor.  O benefício parece ter sido melhor para uma pulpotomia	Podemos concluir que a pulpotomia é um tratamento menos traumático e mais rápido, e leva a uma melhor redução da dor do que outros tratamentos mais agressivos.

<p>S. Asgary, R. Hassanizadeh, H. Torabzadeh, MJ. Eghbal,  2018<sup>(19)</sup></p>	<p>Estudo clínico</p>	<p>Avaliar e comparar o sucesso clínico e radiográfico de 4 VPTs (indirect pulp capping [IPC], direct pulp capping [DPC], miniature pulpotomy [MP], e full pulpotomy [FP]) utilizando cimento de mistura enriquecida com cálcio</p>	<p>Os participantes (N = 302) foram atribuídos aleatoriamente a 4 estudos.</p> <p>IPC: Capeamento indireto da polpa</p> <p>DPC: Capeamento direto da polpa</p> <p>MP: Pulpotomia miniatura</p> <p>FP: pulpotomia total</p> <p>Utilizando cimento de mistura enriquecida com cálcio (CEM) como material.</p>	<p>Sucesso a 3 e 12 meses respectivamente:</p> <p>IPC= 98,7% e 100%</p> <p>DPC= 98,4% e 94,7%</p> <p>MP= 98,4% e 91,4%</p> <p>FP= 93,5% e 95,5%</p>	<p>4 VPT foram associados aos resultados favoráveis comparáveis.</p> <p>O estado pulpar e peri-apical, bem como o tipo/localização da exposição pulpar não tiveram qualquer efeito nos resultados do tratamento.</p>
<p>M. Galani, S. Tewari, P. Sangwan, S. Mittal, V. Kumar, J. Duhan,  2017<sup>(20)</sup></p>	<p>Estudo Clínico</p>	<p>O objetivo deste estudo foi comparar a dor pós-operatória e a taxa de sucesso após a pulpotomia e a o RCT (Root canal treatmen).</p>	<p>Pulpotomia : 26 dentes em pacientes com idade entre 15-36 anos</p> <p>Material: agregado mineral trióxido (MTA)</p> <p>RCT: 24 dentes em pacientes idade entre 15-38 anos.</p> <p>Material: ProTaper. Universal rotary e obturação com Gutta-percha e selador de óxido de zinco eugenol e condensação lateral.</p>	<p>Pulpotomia: N=21 85% sucesso.</p> <p>RCT: N=21 87,5% sucesso</p>	<p>A pulpotomia pode ser um tratamento alternativo para o tratamento de dentes permanentes sintomáticos com lesões profundas de cárie.</p>

<p>NA. Taha, MA. Khazali,  2017<sup>(21)</sup></p>	<p>Estudo Clínico</p>	<p>Avaliar o resultado da pulpotomia parcial utilizando o agregado mineral trióxido (MTA) em comparação com o hidróxido de cálcio (CH) em molares permanentes maduros com pulpíte irreversível.</p>	<p>50 dentes molares permanentes em 50 pacientes  Idade &gt;20anos. Material de pulpotomia:  N= 27 com MTA  N=23 com CH (Hidróxido de cálcio)</p>	<p>Ocorreu uma falha imediata em 4 dentes.  1 ano: Sucesso MTA =83% Sucesso Hidróxido de cálcio=55%,  2 anos: Sucesso MTA =85% Sucesso Hidróxido de cálcio =43%</p>	<p>A pulpotomia parcial de MTA tem uma boa taxa de sucesso em dentes permanentes maduros clinicamente diagnosticados com uma pulpíte irreversível.</p>
<p>NA. Taha, MB. Ahmad, A. Ghanim,  2017<sup>(23)</sup></p>	<p>Estudo Clínico</p>	<p>Avaliar o resultado da pulpotomia completa com agregado trióxido mineral (MTA) em dentes permanentes</p>	<p>52 molares permanentes em 43 pacientes  Idade entre 11 e 51 anos.  Pulpotomia total com MTA</p>	<p>1Ano: Sucesso clínico de 100% Sucesso radiográfico de 97,5%  3 anos: 92,7% de sucesso  Com uma taxa de reavaliação que variou entre 92% a 3 meses e 80,3% a 3 anos</p>	<p>A pulpotomia total com MTA é uma boa opção de tratamento em dentes molares permanentes maduros.</p>

<p>P.Linsuwanont, K. Wimonstutthikul, U. Pothimoke B. Santiwong</p> <p>2017<sup>(24)</sup></p>	<p>Estudo clínico</p>	<p>Ilustrar os resultados da pulpotomia com agregado trióxido mineral (MTA) em dentes permanentes com pulpite irreversível e/ou radiolucência periapical</p>	<p>55 dentes em 50 pacientes. Idade: entre 7–68 anos (média= 29 anos)</p> <p>Anos: 47,3% tem entre 0-20ano n=26 41,8% tem entre 21-59 anos n=23 10,9% tem mais de 60 n=6</p>	<p>O grupo:</p> <p>0/20anos n=24 dentes 92,2 % sucesso</p> <p>21-59anos n=19 82.6% sucesso</p> <p>Mais de 60anos n=5 83,3 %sucesso</p> <p>n= número de casos avaliados</p>	<p>Dentes com exposição pulpar por cárie, podem ser tratados com sucesso por pulpotomia com MTA. Os sinais clínicos de pulpite irreversível e a presença de radiolucência periapical não são contraindicações.</p>
<p>S. Asgary, P. Verma, A. Nosrat,</p> <p>2017<sup>(25)</sup></p>	<p>Caso clínico</p>	<p>Propor uma alternativa mais económica e funcional para pacientes que tem acesso limitado a cuidados especializados por falta de dinheiro, para evitar a extração, no caso de uma pulpite irreversível.</p>	<p>Paciente de 36 anos.</p> <p>2 dentes: 14 e 15.</p> <p>Pulpotomia utilizando cimento enriquecido com cálcio (CEM)</p>	<p>100% sucesso. Os dentes eram funcionais e assintomáticos</p>	<p>A pulpotomia com cimento CEM pode ser uma alternativa mais conservadora e económica para molares maduros com pulpite hiperplástica/irreversível do que a extração ou RCT.</p>

<p>HK. Soni  2016<sup>(11)</sup></p>	<p>Caso clínico.</p>	<p>Oferecer, graças à pulpotomia parcial uma alternativa à pulpectomia no caso de dentes permanentes maduros com pulpíte irreversível.</p>	<p>1 dentes em um paciente de 12- anos  Dentes: 46  Métodos: Pulpotomia total com Biodentine.</p>	<p>Sucesso aos 3, 6, 12 e 18 meses:  Assintomático e o dente não apresentava sinais clínicos e radiográficos de inflamação a infeção.</p>	<p>Biomateriais como o biodentine com propriedades de cicatrização da polpa podem desafiar a filosofia completa do nosso tratamento endodôntico convencional.</p>
<p>V. Kumar, R. Juneja, J. Duhan P. Sangwan S. Tewari  2016<sup>(27)</sup></p>	<p>Estudo clínico</p>	<p>Comparar o hidróxido de cálcio (Ca (OH)<sub>2</sub>), agregado de trióxido mineral (MTA) e fibrina rica em plaquetas (PRF) como agentes de pulpotomia em molares permanentes maduros com pulpíte irreversível.</p>	<p>54 Dentes em 3 grupos:  A pulpotomia completa com (Ca (OH)<sub>2</sub>) n=18  MTA n=19  PRF n=17</p>	<p>O presente estudo não relatou diferença estatisticamente significante (P = 0,550) entre os desfechos clínicos e radiográficos nos três grupos.  Sucesso clínico: 24h: 100% 7dias: 93,75% 6 meses: 85.41 1ano: 85,4</p>	<p>A pulpotomia exibiu uma alta taxa de sucesso clínico em molares maduros com pulpíte irreversível e a seleção do biomaterial não afetou seu resultado.</p>

<p>S. Asgary, M. Nourzadeh, MJ. Eghbal</p> <p>2015<sup>(28)</sup></p>	<p>Caso clínico</p>	<p>Oferecer, graças à pulpotomia parcial uma alternativa à pulpectomia.</p>	<p>Case 1: mulher 38anos, Dente: 37 Material: CEM (Calcium-Enriched Mixture)</p> <p>Caso 2: homen 40anos Dente: 36 Material: CEM cimento</p>	<p>Casos 1 e 2: 100% sucesso</p> <p>24h: Dente assintomáticos e teste de vitalidade normal.</p> <p>12-18-meses: Formação de uma ponte dentinária abaixo do biocimento</p> <p>Largura normal do ligamento periodontal com remineralização do defeito ósseo.</p> <p>Sucesso =100%</p>	<p>A pulpotomia parcial proporciona um tratamento fácil, conservador e de base biológica que mantém a vitalidade pulpar e mostra a capacidade de resolver a doença apical emergente sob certas condições.</p>
<p>S. Asgary, MJ, Eghbal, J. Ghoddsi,</p> <p>2014<sup>(8)</sup></p>	<p>Estudo clínico</p>	<p>Oferecer uma alternativa ao tratamento RCT ou à extração com uma pulpotomia com CEM num dente maduro permanente com pulpite irreversível.</p>	<p>407 pacientes</p> <p>n=202 para o grupo da RCT.</p> <p>(n = 205) para o grupo da VPT/CEM</p> <p>(total and parcial pulpotomia)</p>	<p>Sucesso 24 meses: RCT (n=166) Clínico= 98,19 Radiológico= 79,5</p> <p>VPT/CEM (n=166) Clínico= 98,19 Radiográfico = 86,7%</p> <p>Tempo RCT= 94.07 min VPT=31.09 min</p> <p>Preço (indicativa) RCT= 171.5 VPT= 44.5</p>	<p>Ao considerar a relação custo/eficácia clínica do VPT/CEM, esta opção de tratamento é superior ao RCT em dentes molares permanentes maduros com pulpite irreversível</p>



<p>S. Asgary M. Fazlyab S. Sabbagh MJ. Eghbal</p> <p>2014<sup>(30)</sup></p>	<p>Estudo Clínico</p>	<p>Demonstrar a eficácia de diferentes técnicas vitais de terapia pulpar em dentes permanentes com púlpite irreversível.</p> <p>Capeamento pulpar indirecto (IPC),</p> <p>Capeamento pulpar directo (DPC),</p> <p>Pulpotomia miniatura (MP),</p> <p>Pulpotomia total (CP)</p>	<p>94 Dentes.</p> <p>IDPC (n=28), DPC (n=28), MP (n=29), CP (n=9)</p> <p>Material: calcium-enriched mixture (CEM) cement.</p>	<p>12,3 meses, Sucesso:</p> <p>IDPC = 100%, DPC = 96,42% MP= 100% CP= 100%</p>	<p>As várias formas de terapia pulpar vital podem ser consideradas como uma alternativa no caso de uma pulpíte irreversível em dentes permanentes maduros.</p>
<p>IM. Barnkgkei, ES. Halboub, RS. Alboni,</p> <p>2013 <sup>(31)</sup></p>	<p>Artigo de revisão</p>	<p>Avaliar os resultados clínicos e radiográficos do tratamento de pulpotomia com agregado mineral trióxido (MTA) em dentes permanentes maduros sintomáticos.</p>	<p>10 pacientes de 17-54 anos de idade apresentaram 11 dentes permanentes sintomáticos (n=11).</p>	<p>3-6 meses = 100% sucesso</p> <p>6meses-4anos= 100% sucesso</p>	<p>A Pulpotomia utilizando o MTA pode ser uma boa alternativa para a pulpectomia</p>

<p>LH. Chueh, CP. Chiang,  2010<sup>(32)</sup></p>	<p>Caso clínico</p>	<p>Avaliação histológica de uma pulpotomia MTA numa pulpite irreversível em pré-molar numa paciente do sexo feminino de 19 anos.</p>	<p>Paciente= 19 anos  Dente = 45  Total pulpotomia com MTA  Dez meses após o tratamento inicial, devido a razões ortodônticas, foi extraído o dente.  Isso permite uma análise histológica.</p>	<p>Formação de uma ponte dentina reparadora. Um pequeno segmento da camada odontoblástica superficial foi destruído. No entanto, a camada odontoblástica mais profunda estava intacta  Foi encontrada uma ponte dentinária reparadora mais espessa.  Ponte dentinária reparadora era feita de osteodentina e que também não havia inflamação no tecido de polpa residual subjacente</p>	<p>Este estudo mostra que a pulpotomia com MTA é eficaz para um dente permanente maduro porque provoca reações histológicas interessantes para manter o dente, quando o mesmo está em contacto com a polpa.</p>
--	---------------------	--	---	---	---

<p>MJ.Eghbal, S. Asgary, RA. Baglue, M. Parirokh, J. Ghoddusi,  2009<sup>(33)</sup></p>	<p>Estudo Clínico</p>	<p>Avaliar o sucesso histológico da pulpotomia com (MTA) para tratamento de pulpite irreversível em dentes humanos como tratamento alternativo</p>	<p>14 pacientes com pulpite irreversível entre 16 e 28 anos com uma medida de 23. Os 14 dentes necessitaram extração por ortodontia Pulpotomia com MTA</p>	<p>O número de casos avaliados foi de 12 (85%). A mobilidade dos dentes estava dentro da faixa fisiológica normal. Histologicamente: Ponte dentinária completas. As reações teciduais eram muito favoráveis e o tecido pulpar era normal. Não há reabsorção interna, calcificação, inflamação o necrose pulpar.</p>	<p>A Pulpotomia com MTA tem uma taxa de sucesso muito elevada, graças, nomeadamente, à sua reação com o tecido dentário interno.</p>
---	---------------------------	--	--	---	--

**Tabela 1. Dados relevantes recolhidos a partir dos estudos recuperados.**

## 4-DISCUSSÃO

### 4. 1 Pulpite: Inflamação pulpar e diagnóstico.

No processo carioso as bactérias envolvidas penetram através da dentina e atingem a polpa, promovendo uma resposta inflamatória, que se traduz por uma vasodilatação e aumento da permeabilidade vascular. Esta potencializa a libertação de mediadores da inflamação (citocinas pró-inflamatórias, IL-1  $\beta$ , TNF- $\alpha$ , prostaglandina E2 e IL-17) e também de toxinas das bactérias e agentes irritantes da polpa. <sup>(1,34)</sup> O aumento da pressão intra-pulpar causada pela inflamação leva à dor, no entanto, a dor não é um achado constante nas pulpites, de facto, estima-se que cerca de 40% de todos os casos de pulpite progridam para necrose pulpar sem sintomas. <sup>(35)</sup>

Após estímulos infecciosos e/ou mecânicos sobre a polpa, um mecanismo de defesa é iniciado pelas células da mesma, incluindo as células imunitárias, através de um mecanismo de sinalização. Na sequência da progressão da infeção e dos danos celulares, a sinalização química induz as células estaminais mesenquimais pluripotentes a migrar para o local da lesão para realizar o processo de diferenciação e de regeneração tecidual <sup>(36)</sup>. Quanto mais jovem for o tecido pulpar, maior é o seu potencial de reparação, mas à medida que envelhece, o potencial diminui. <sup>(37)</sup>

No entanto, este potencial de reparação do complexo dentinopulpar não deve ser sobrestimado ou subestimado. Linsuwanont et al. em 2017 realizaram um estudo em 50 pacientes onde concluíram que a idade não é um fator de insucesso nas pulpotomias. O grupo de pacientes com idade superior a 60 anos oferece uma taxa de sucesso de 83,3% em 5 anos. Este estudo foi corroborado por outros artigos. <sup>(8,38,39)</sup>

Segundo Paladino et al. em 2013 o sucesso da pulpotomia depende acima de tudo do bom diagnóstico do estado pulpar, da história dentária. Na ausência de agressões, caries ou danos anteriores o potencial inicial de cicatrização da polpa permanece. <sup>(40)</sup>

Segundo a AAE, o estado pulpar baseia-se em diferentes fases: polpa normal, pulpite reversível, pulpite irreversível sintomática ou assintomática e necrose.

Assim no caso da pulpíte irreversível, a polpa inflamada é incapaz de cicatrização e o tratamento indicado de acordo com AAE é o TENC. (2)

Uma proposta de classificação ligeiramente diferente da AAE proposta por Wolters et al. em 2017 tenta alterar os critérios para o diagnóstico de pulpíte, ligando o diagnóstico a diferentes tratamentos conservadores. Assim, quatro fases de pulpíte podem ser diferenciadas: pulpíte inicial, suave, moderada e grave. Esta classificação tenta indicar o grau de inflamação da polpa e em que medida esta pode ou não ser preservada, a fim de proporcionar o tratamento mais conservador possível, considerando a possibilidade de múltiplas condições histológicas pulpares dentro da mesma polpa. (3)

A pulpíte inicial e leve, representa casos de inflamações limitadas à dentina ou a áreas muito superficiais da polpa, normalmente estes casos são tratados com capeamento pulpar indireto ou direto. (3,14)

A pulpíte moderada representa uma invasão da cárie com alterações da polpa. Neste caso, o tecido pulpar está inflamado, mas o tecido pulpar radicular ou mesmo uma parte coronal pode ainda estar saudável ou voltar ao normal após tratamento adequado. (3)

O dente apresenta sintomas claros: uma reação forte e prolongada ao frio e sensibilidade à percussão, a dor também pode, por vezes, ser espontânea. O tratamento indicado pela classificação da AAE seria normalmente um tratamento endodôntico. (2)

Mas o objetivo aqui como mostraram Wolters et al. 2017 e Asgary et al. 2014,2015,2016 bem como outros estudos é propor um tratamento alternativo com a realização de uma pulpotomia parcial ou total, prestando atenção ao controlo da hemostasia como marcador de bom ou mau prognóstico. Finalmente, a pulpíte grave corresponde à infiltração bacteriana de todo o sistema pulpar coronal e radicular causando um fenómeno inflamatório de todo o tecido pulpar. A dor é espontânea, severa e agrava-se na posição supina. Existe uma reação clara aos estímulos do calor e do frio. O dente é muito sensível ao toque e à percussão. A hemostasia na remoção da polpa coronária não pode ser obtida e isto pode ser considerado como prova de infeção da polpa radicular. O tratamento recomendado nesta fase é o TENC se o controlo da hemostasia for difícil ou se for superior a 6 minutos (3,10).

Esta classificação por si só, não permite tomar a decisão terapêutica. Mas continua a ser uma base sólida para orientar a decisão final, que deve basear-se noutros fatores, tais como a história clínica, a sintomatologia, a higiene oral do paciente e a possibilidade ou não de utilizar isolamento absoluto.

#### **4.2 Pulpotomia.**

É definida como a remoção de toda a polpa coronária no caso da pulpotomia total até a entrada dos orifícios dos canais radiculares. O material será, portanto, colocado em contacto com a polpa radicular.<sup>(41)</sup>

A verificação da vitalidade da polpa através de vários testes e exames complementares (teste elétrico ou térmico, palpação, percussão e radiografia periapical) para excluir quaisquer sintomas de necrose são a base de um bom prognóstico. <sup>(2,35,42)</sup> O isolamento da cavidade oral e da saliva através de um campo operatório, a remoção de toda a dentina infetada e de todo o teto cambral vão permitir a visualização da polpa e observar os seus sinais de vitalidade e/ou infeção pelo seu grau de hemorragia. <sup>(8,10,14)</sup>

O exame direto da polpa e do tempo de sangramento pode corrigir um diagnóstico excessivamente otimista da vitalidade pulpar que possa ter sido feito. De facto, Taha et al. em 2018 mostrou que uma hemorragia com mais de seis minutos após a remoção da polpa coronária indica uma inflamação pulpar excessiva que levará à falha da pulpotomia.

Do mesmo modo, a ausência de sangramento ou a observação de material purulento é sinónimo de necrose pulpar, o que deverá, da mesma forma, levar à modificação da abordagem terapêutica pelo RCT. <sup>(8,30)</sup>

A aplicação de hipoclorito de sódio a 2,5% permite a desinfeção da dentina o mais próximo possível da polpa e também é um excelente agente hemostático e inibe a formação de coágulos (prejudicial para o sucesso da terapia). <sup>(43)</sup> A compressão é então realizada com uma bola de algodão embebida em água estéril para se obter uma cuidadosa hemostasia (menos de cinco minutos). <sup>(8,44)</sup>

Por fim a colocação, em contacto com a polpa, de um biomaterial que deve imperativamente possuir propriedades biocompatíveis.

### **4.3 Pulpotomia parcial ou de Cvek**

A pulpotomia parcial ou também conhecida como pulpotomia de Cvek, (estudada em 1978 por Cvek), é descrita como a remoção asséptica e cirúrgica da polpa exposta e da dentina circundante a uma profundidade de 1,5mm a 2mm. Esta é a profundidade média após a qual o tecido pulpar inflamado é teoricamente, completamente removido. Esta técnica é a versão mais conservadora da Pulpotomia. Permitindo manter o máximo possível de polpa definida como saudável na câmara pulpar. (45,46)

Recentemente Asgary e al. 2012 introduziram o termo “pulpotomia miniatura”, o que representa o caso extremo da pulpotomia parcial. É descrito como o procedimento para remover cuidadosamente a dentina infetada e a camada superficial da polpa exposta com menos de 1 mm. Esta técnica permite uma ferida cirúrgica limpa e a proximidade e interação com o biomaterial de cobertura e com as células estaminais mesenquimais indiferenciadas que desempenham um papel na cicatrização da polpa. (47-49,50)

A pulpotomia parcial e a preservação da vitalidade pulpar é interessante quando sabemos que a vascularização da polpa assegura, por um lado, a hidratação da dentina, permitindo-lhe absorver os choques sofridos pelo esmalte, limitando assim os riscos de fissuras e fraturas. Por outro lado, é necessária a vascularização pulpar para o fornecimento de elementos anti-inflamatórios, anti-infecciosos e imunitários necessário para combater a infiltração microbiana. (7,48,51)

Mas por outro lado o risco deste método é o de não remover a polpa infetada em quantidade suficiente para parar a infeção. Assim a polpa não é capaz de curar e isso pode provocar a falha do tratamento.

### **4.4 Materiais para pulpotomia.**

Já em 1937 Hess, propõe a aplicação de um biomaterial em contacto direto com a polpa, com o objetivo de promover a sua cicatrização e obliteração por uma ponte dentinária, utilizando um material como o hidróxido de cálcio  $\text{Ca(OH)}_2$ . (45)

O hidróxido de cálcio,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , também designado por cal hidratada, apresenta-se sob a forma de um pó branco e em solução aquosa tem um  $\text{pH} = 12,6$  (solubilidade de 1,2 g/L a uma temperatura de  $20^\circ\text{C}$ ). Este  $\text{pH}$  elevado, resulta em propriedades antimicrobianas, antifúngicas e anti-inflamatórias muito vantajosas na terapêutica de uma pulpite, que não é mais do que uma invasão bacteriana da polpa. (44)

Os iões  $\text{Ca}^{2+}$  de hidróxido de cálcio reagem com o carbono (como  $\text{CO}_2$  ou  $\text{CO}_3^{2-}$ ) da superfície dentária formando o  $\text{CaCO}_3$ , mantendo assim um  $\text{pH}$  incompatível com a sobrevivência das bactérias e fungos. Os iões  $\text{OH}^-$ , ao oxidarem os radicais livres libertados no ambiente, causam danos nas proteínas da membrana e no ADN bacteriano e também são capazes de inativar as toxinas produzidas pelas bactérias gram-negativas. O hidróxido de cálcio impede a acidose inflamatória através do fenómeno de tamponamento e o aparecimento de iões de cálcio permitem limitar a inflamação circundante através da contração dos esfíncteres pré-capilares e da redução da permeabilidade plasmática. (44, 51)

Mas mesmo que este material ofereça características inovadoras e abra assim novos horizontes na Terapia Pulpar Vital não está isenta de defeitos. Assim o hidróxido de cálcio é pouco radiopaco, pode ser difícil de diferenciar a dentina, do material nas radiografias. (52)

Ainda que a maioria dos estudos concluía que a sua biocompatibilidade é aceitável, existem controvérsias. No entanto, degrada-se gradualmente, induz a formação de defeitos de túnel na ponte dentinária e tem uma capacidade de selamento muito fraca. (53)

O material pode ser deslocado da superfície da polpa pela contração e polimerização da resina composta se for colocado em contacto direto com o hidróxido de cálcio. (43)

Devido às suas fracas propriedades mecânicas, falta de adesão à dentina e solubilidade no ataque ácido é necessária a sua cobertura com um material restaurador intermédio, como um ionómero de vidro, antes da colocação do material final. Pelo seu  $\text{pH}$  muito elevado, o hidróxido de cálcio apresenta características histológicas formidáveis para o tratamento de uma pulpite irreversível, mas as suas características mecânicas podem tornar uma pulpotomia difícil de realizar e levar a falhas. Estudos mostram que a taxa de insucesso aumenta ao longo do tempo. (54)



Já em 1993 um novo material, o MTA (Mineral Trioxide Aggregate) foi descrito pela primeira vez na literatura por Torabinejad. Ao contrário do hidróxido de cálcio o MTA tem características mecânicas que permitem abordar a pulpotomia de forma mais fácil. Assim a sua resistência à compressão às 24 horas é de 40,0 MPa e aos 21 dias é de 67,3 MPa (o esmalte tem uma resistência à compressão de 384MPa e a dentina tem uma resistência à compressão de 297 MPa). Tem uma excelente impermeabilidade porque se expande à medida que se estabelece. <sup>(55,56)</sup> É composto essencialmente por cimento Portland, (75%) de cálcio, sílica, fosfato e oxigénio (óxido de cálcio a 65% e dióxido de sílica a 21%) ao qual foi adicionado óxido de bismuto para obter uma certa radiopacidade mais com iões ferro pode escurecer o dente. O aparecimento do chamado MTA branco com menos de 90% de iões ferro foi lançado para colmatar esta lacuna, mas também pode provoca discromia dentária. <sup>(56,57)</sup>

Ao contrário do hidróxido de cálcio a sua biocompatibilidade está comprovada, não é mutagénico, é menos citotóxico, biocompatível, bio indutor e também pode promover a cicatrização dos tecidos. Foi demonstrado por estudos histológicos, que o MTA forma pontes dentinárias mais espessas a um ritmo mais elevado e com menor resposta inflamatória e necrose pulpar que o hidróxido de cálcio. <sup>(32,33,56)</sup>

Por apresentar um tempo de presa elevado perto de 2h45, é aconselhável colocar um algodão húmido no MTA na primeira visita, pelo que na maioria das vezes o tratamento requer duas consultas (existem novas formulações de MTA em cápsulas que facilitam o manuseamento, reduzindo ao mesmo tempo o tempo de presa do cimento). <sup>(33,56)</sup>

O efeito antibacteriano do MTA é inferior ao do hidróxido de cálcio. No entanto, apesar do seu manuseamento difícil e do preço bastante dispendioso o MTA oferece uma alternativa viável ao hidróxido de cálcio para realizar uma pulpotomia. <sup>(32,33,54)</sup>

Em 2010 a Septodont desenvolve o Biodentine, um cimento tricálcico silicato, puramente sintético para solucionar os inconvenientes dos outros cimentos tricálcicos. O pó mistura-se com o cloreto de cálcio, desencadeando uma reação química complexa e atua como acelerador o que permite ter um tempo de presa relativamente rápido (9 a 12 minutos) <sup>(58-60)</sup>

Biodentine™ pode ser coberto por um material restaurador permanente na mesma sessão, o que é uma vantagem na prática clínica em comparação com a MTA.

A utilização de um polímero hidrossolúvel (Premia 150), um agente redutor de água e superplastificante, permite reduzir a relação líquido/pó, aumentando assim as propriedades físicas do material e reduzindo também o tempo de presa.

Em comparação com o MTA, o Biodentine tem melhor resistência à compressão: 100 MPa na primeira hora e 200 MPa à 24ª hora e continua a melhorar com o tempo ao longo de vários dias até atingir 300 MPa ao fim de um mês. A resistência à flexão (34 MPa), o módulo de elasticidade (22GPa) e a dureza Vickers (60 HV) são superiores à do MTA e semelhantes à da dentina. (61,62)

A presença de óxido de zircónia (opacificador) torna o Biodentine® menos radiopaco que o MTA o que pode dificultar a avaliação radiológica do tratamento mas isso permite não usar o óxido de bismuto que pode escurecer o dente. (55,62)

Em qualquer concentração, o Biodentine não é citotóxico ou genotóxico e em contacto com a polpa tem um poder bio indutor com a estimulação dos sinais genéticos e libertação iónica formando cristais de hydroxyapatite. Este depósito de cristais de hidroxiapatite desempenha um papel importante na melhoria do selamento, remineralizando a interface dentino-material. O selamento e a adaptação marginal das restaurações em boca melhoram, portanto, com o tempo. (63)

Biodentine, provoca um aumento da secreção do factor de crescimento como o Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) e o Transforming Growth Factor Beta 1 (TGF-β1), que estão envolvidos na angiogénese e assim estimulam a cicatrização da polpa. Em contacto com o material, os fibroblastos de polpa são diferenciados em odontoblastos, que depois segregam uma matriz mineralizada. Também permite reduzir a secreção da citocina pró-inflamatória TNF-α pelos odontoblastos. (49,59)

Para além destas características mecânicas superiores a outros cimentos, o Biodentine permite a preservação da vitalidade da polpa, facilita a sua cicatrização através do controlo da inflamação e da formação de dentina reativa tornando-a um material biocompatível de eleição no âmbito de uma pulpotomia. (10,59,61)

#### **4.5 Pulpotomia com biodentine num dente com pulpite irreversível.**

Awawdeh et al. 2018 compara o Biodentine com o MTA como material para VPTs: pulpotomia total e capeamento pulpar direto num estudo com n=68 dentes, incorporando casos de pulpites clinicamente reversível e irreversível. Neste estudo a pulpotomia tem uma taxa de sucesso a um ano de 93,5% com MTA de 89% com Biodentine. Quanto aos resultados em 3 anos, verificaram-se 8 falhas, 7 das quais relativas a dentes tratados por pulpotomia total. Na parte matérias e métodos deste estudo notamos que as pulpotomias totais são consideradas no caso de hemorragia pulpar superior a 3 min quando há exposição pulpar, mas inferior a 10 min na entrada dos canais radiculares, tempo que representa o limite mínimo que conduz ao TENC. <sup>(14)</sup> Assim, como vimos no ponto 4.1 e mesmo segundo Awawdeh et al. 2018, estas falhas sugerem que o tempo de controlo hemorrágico de 10 min proposto neste estudo é demasiado elevado e, poderiam ter sido evitadas por outra decisão terapêutica como o TENC. <sup>(14)</sup>

Como demonstrado por Taha et al. 2018 num estudo com n=64 dentes com pulpite grave irreversível incluindo dentes com dor espontânea (41%) e dor a percussão (44%) incluindo 8 dentes com radiotransparência periapical que foram todos tratados por pulpotomia total com Biodentine. O tempo limite para o controlo hemorrágico do processo de decisão da pulpotomia foi fixado em 6min (70% dos casos requereram apenas 4min). Observamos uma taxa de sucesso a 1 ano de 100% de sucesso clínico e 98,4 de sucesso radiográfico. Sete dos oito casos de radiotransparência periapical mostraram uma melhoria do seu índice periapical (PAI). <sup>(10)</sup>

Estes estudos mostra-nos mais uma vez a importância da escolha terapêutica final baseada principalmente na hemorragia pulpar, 6min é então um limite que nos permite aproximar do sucesso. O uso de Biodentine neste caso permitiu o tratamento de pulpites graves, com dor à percussão, radiolucidez periapical e dor espontânea que costumavam apontar para um mau prognóstico e frequentemente tratada com endodontia ou extração. <sup>(10)</sup>

## 5-CONCLUSAO

Nesta revisão, artigos relevantes relataram que a Pulpotomia com biomateriais é um tratamento alternativo viável ao TENC no caso de pulpite irreversível.

Os principais resultados dos estudos selecionados podem ser designados da seguinte forma:

- O sucesso da Pulpotomia depende acima de tudo do bom diagnóstico do estado pulpar e da história clínica. Na ausência de agressões, cáries ou danos anteriores o potencial inicial de cicatrização da polpa permanece. A idade do paciente, radiotransparência periapical, dor à percussão e dor espontânea não é um fator do insucesso do tratamento.
- Uma hemorragia com mais de seis minutos após a remoção da polpa coronária indica uma inflamação pulpar excessiva e qualquer diagnóstico de necrose pulpar, como ausência de sangramento ou a observação de material purulento são contraindicações à pulpotomia.
- O MTA e outros materiais como hidróxido de cálcio oferecem resultados clínicos muito satisfatórios. No entanto, o Biodentine é o material mais indicado. É o único que combina extrema biocompatibilidade, características biomecânicas próximas à dentina natural e facilidade de manuseamento.
- A pulpotomia com Biodentine como tratamento para uma pulpite irreversível num dente maduro permanente é mais económica, mais rápida e pode ser tão eficiente como um TENC, após um bom diagnóstico e uma história clínica correta.

**BIBLIOGRAFIA:**

1. Douglass AB, Douglass JM. Common dental emergencies. Am fam Physician. 2003;67(3):511-6 Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12588073/>
2. AAE Consensus Conference Recommended Diagnostic Terminology. J Endod. 2009;35(12):1634 Available from: <https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2017/07/aaeconsensusconferencerecommendeddiagnosticterminology.pdf>
3. Wolters WJ, Duncan HF, Tomson PL, Karim IE, McKenna G, Dorri M, et coll. Minimally invasive endodontics: a new diagnostic system for assessing pulpitis and subsequent treatment needs. Int J Endod. 2017; 50(9): 825-9. DOI: [10.1111 / iej.12793](https://doi.org/10.1111/iej.12793)
4. Benderl.B. Reversible And Irreversible Painful Pulpitides: Diagnosis And Treatment. Australian J Endod, 2000;26(1), 10–14. DOI: [10.1111 \\_\\_\\_\\_\\_ / \\_\\_\\_\\_\\_ j.1747-4477.2000.tb00144.x](https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2000.tb00144.x)
5. Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature Part 2. Influence of clinical factors. International. J Endod.2007;40(12):921-39. DOI: [10.1111 \\_\\_\\_\\_ / \\_\\_\\_\\_ j.1365-2591.2007.01322.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01322.x)
6. Edelstein BL. Disparities in oral health and access to care: findings of national surveys. Ambul Pediatr. 2002;2(Suppl):141-7 DOI: [10.1367 / 1539-4409 \(2002\) 002 <0141: diohaa> 2.0.co; 2](https://doi.org/10.1367/1539-4409(2002)002<0141:diohaa>2.0.co;2)
7. Tang W, Wu Y, Smales RJ. Identifying and Reducing Risks for Potential Fractures in Endodontically Treated Teeth. J Endod, 2010 36(4), 609–617. DOI: [10.1016 / j.joen.2009.12.002](https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.12.002)
8. Asgary S, Eghbal MJ, Ghoddusi J. Two-year results of vital pulp therapy in permanent molars with irreversible pulpitis: an ongoing multicenter randomized clinical trial. Clin Oral Investig. 2014;18(2):635-641. DOI: [10.1007 / s00784-013-1003-6](https://doi.org/10.1007/s00784-013-1003-6)
9. Solomon RV, Faizuddin U, Karunakar P, Sarvani GD, Soumya SS. Coronal Pulpotomy Technique Analysis as an Alternative to Pulpectomy for Preserving the Tooth Vitality, in the Context of Tissue Regeneration: A Correlated Clinical Study across 4 Adult Permanent Molars. Case Reports in Dentistry, 2015, 1–12. DOI: [10.1155 / 2015/916060](https://doi.org/10.1155/2015/916060)
10. Taha NA, Abdelkhalder S Z. Outcome of Full Pulpotomy Using Biodentine in Adult Patients With Symptoms Indicative of Irreversible Pulpitis. Int J Endod. 2018 51(8), 819–828. DOI: [10.1111 / iej.](https://doi.org/10.1111/iej)

11. Soni HK. Biodentine Pulpotomy in Mature Permanent Molar: A Case Report. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*. 2016 Jul;10(7):ZD09-11. DOI: [10.7860 / JCDR / 2016 / 19420.8198](https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/19420.8198)
12. 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. DOI: [10.1016 / j.joen.2009.09.006](https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.006)
13. Rajasekharan S, Martens LC, Cauwels RGEC, Verbeeck RMH. Biodentine™ material characteristics and clinical applications: a review of the literature. *Eur Academia Pediatría Dental Off J Eur Academic Pediatría Dental*. 2014;15(3):147–58 DOI: [10.1007 / s40368-014-0114-3](https://doi.org/10.1007/s40368-014-0114-3)
14. 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 Nov; 44(11):1603-1609. DOI: [10.1016 \\_\\_\\_\\_\\_ / j.joen.2018.08.004](https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.08.004)
15. Sadaf D. Success of Coronal Pulpotomy in Permanent Teeth with Irreversible Pulpitis: An Evidence-based Review. *Cureus*. Jan 2020;12(1):e6747 DOI: [10.7759/cureus.6747](https://doi.org/10.7759/cureus.6747)
16. Elmsmari F, Ruiz X-F, Miro Q., Feijoo-Pato N, Duran-Sindreu F, and Gonzalo Olivieri J, Outcome of Partial Pulpotomy in Cariously Exposed Posterior Permanent Teeth: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod*. Nov 2019 Vol. 45 N:11, P1296-1306.E3,01. DOI: [10.1016 / j.joen.2019.07.005](https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.07.005)
17. Zanini M, Hennequin M, Cousson PY. Which Procedures and Materials Could Be Applied for Full Pulpotomy in Permanent Mature Teeth? A Systematic Review. *Acta. Odontol Scand* . 2019 Oct;77(7):541-551. DOI: [10.1080 / 00016357.2019](https://doi.org/10.1080/00016357.2019).
18. Eren B, Onay EO, Ungor M. Assessment of Alternative Emergency Treatments for Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial. *Int J Endod*. 2018 Apr;51 Suppl 3:e227-e237. DOI: [10.1111 / iej.12851](https://doi.org/10.1111/iej.12851)
19. Asgary S, Hassanizadeh R, Torabzadeh H, Eghbal MJ, Treatment Outcomes of 4 Vital Pulp Therapies in Mature Molars. *J Endod*. 2018 Apr;44(4):529-535. DOI: [10.1016 / j.joen.2017.12.010](https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.12.010)
20. Galani M, Tewari S, Sangwan P, Mittal S, Kumar V, Duhan J. Comparative Evaluation of Postoperative Pain and Success Rate After Pulpotomy and Root Canal Treatment in Cariously Exposed Mature Permanent Molars: A Randomized Controlled Trial. *J Endod*. 2017 Dec;43(12):1953-1962. DOI: [10.1016 \\_\\_\\_\\_\\_ / j.joen.2017.08.007](https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.08.007)

21. Taha NA, Khazali MA. Partial Pulpotomy in Mature Permanent Teeth with Clinical Signs Indicative of Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial. *J Endod* 2017;43(9):1417-1421. DOI: [10.1016 / j.joen.2017.03.033](https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.03.033)
22. Zanini M, Meyer E, Simon S. Pulp Inflammation Diagnosis from Clinical to Inflammatory Mediators: A Systematic Review. *J Endod*. 2017;43(7):1033-1051. DOI: [10.1016 / j.joen.2017.02.009](https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.02.009)
23. Taha NA, Ahmad MB, Ghanim A. Assessment of Mineral Trioxide Aggregate pulpotomy in mature permanent teeth with carious exposures. *Int J Endod*. 2017;50(2):117-125. DOI: [10.1111 / iej.12605](https://doi.org/10.1111/iej.12605)
24. Linsuwanont P, Wimonutthikul K, Pothimoke U, Santiwong B. Treatment Outcomes of Mineral Trioxide Aggregate Pulpotomy in Vital Permanent Teeth with Carious Pulp Exposure: The Retrospective Study. *J Endod*. 2017;43(2):225-230.xx DOI: [10.1016 / j.joen.2016.10.027](https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.10.027)
25. Asgary S, Verma P, Nosrat A. Treatment Outcomes of Full Pulpotomy as an Alternative to Tooth Extraction in Molars with Hyperplastic/Irreversible Pulpitis: A Case Report. *Iran Endod J*. 2017;12(2):261-265 DOI: [10.22037 / iej.2017.51](https://doi.org/10.22037/iej.2017.51)
26. Rechenberg DK, Galicia JC, Peters OA. Biological Markers for Pulpal Inflammation: A Systematic Review. *PLoS One*. 2016;11(11):e0167289. Published 2016 Nov 29. DOI: [10.1371 / journal.pone.0167289](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167289)
27. Kumar V, Juneja R, Duhan J, Sangwan P, Tewari S. Comparative evaluation of platelet-rich fibrin, mineral trioxide aggregate, and calcium hydroxide as pulpotomy agents in permanent molars with irreversible pulpitis: A randomized controlled trial. *Contemp Clin Dent*. 2016;7(4):512-518. DOI: [10.4103 / 0976-237X.194107](https://doi.org/10.4103/0976-237X.194107)
28. Asgary S, Nourzadeh M, Eghbal MJ. Miniature Pulpotomy of Symptomatic Mature Permanent Teeth: A Report of Two Cases. *Iran Endod J*. 2016;11(1):75-78. doi: [10.7508/iej.2016.01.015](https://doi.org/10.7508/iej.2016.01.015)
29. Asgary S, Kemal Çalışkan M. Vital Pulp Therapy of a Mature Molar with Concurrent Hyperplastic Pulpitis, Internal Root Resorption and Periradicular Periodontitis: A Case Report. *Iran Endod J*. 2015;10(4):284-286. DOI: [10.7508/iej.2015.03.015](https://doi.org/10.7508/iej.2015.03.015)
30. Asgary S, Fazlyab M, Sabbagh S, Eghbal MJ. Outcomes of different vital pulp therapy techniques on symptomatic permanent teeth: a case series. *Iran Endod J*. 2014;9(4):295-300. Available from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25386213/>

31. Barngkgei IH, Halboub ES, Alboni RS. Pulpotomy of symptomatic permanent teeth with carious exposure using mineral trioxide aggregate. *Iran Endod J.* 2013;8(2):65-68. Available from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23717332/>
32. Chueh LH, Chiang CP. Histology of Irreversible pulpitis premolars treated with mineral trioxide aggregate pulpotomy. *Oper Dent.* 2010;35(3):370-374. DOI: [10.2341 / 09-307-S](https://doi.org/10.2341/09-307-S)
33. Eghbal MJ, Asgary S, Baglue RA, Parirokh M, Ghoddusi J. MTA pulpotomy of human permanent molars with irreversible pulpitis. *Aust Endod J.* 2009;35(1):4-8. DOI: [10.1111 / j.1747-4477.2009.00166.x](https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2009.00166.x)
34. Fouad AF, Khan AA, Silva RM, Kang MK. Genetic and Epigenetic Characterization of Pulpal and Periapical Inflammation. *Front Physiol.* 2020;11:21. Published 2020 Feb 4. doi:10.3389/fphys.2020.00021 Michaelson PL, Holland GR. Is pulpitis painful?. *Int Endod J.* 2002;35(10):829-832. DOI: [10.1046 \\_\\_\\_\\_\\_ / \\_\\_\\_\\_\\_ j.1365-2591.2002.00579.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2002.00579.x)
35. Michaelson PL, Holland GR. Is pulpitis painful?. *Int Endod J.* 2002;35(10):829-832 DOI: [10.1046 / j.1365-2591.2002.00579.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2002.00579.x)
36. Shah D, Lynd T, Ho D, Chen J, Vines J, Jung H-D, et coll. Pulp – Dentin Tissue Healing Response: A Discussion of Current Biomedical Approaches. *J. Clin. Med.* 2020 , 9 ,434. DOI: [10.3390/jcm9020434](https://doi.org/10.3390/jcm9020434)
37. Trope M. Regenerative potential of dental pulp. *Pediatr Dent.* 2008;30(3):206-210. Available from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18615985/>.
38. Tan SY, Yu V, Lim KC, Tan B, Neo C, Shen L, Messer HH. Long-term Pulpal and Restorative Outcomes of Pulpotomy in Mature Permanent Teeth. *J Endod.* 2020;46(3):383-390. DOI: [10.1016 / j.joen.2019.11.009](https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.11.009)
39. Alqaderi H, Lee CT, Borzangy S, Pagonis TC. Coronal pulpotomy for cariously exposed permanent posterior teeth with closed apices: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2016;44:1-7. DOI: [10.1016 / j.jdent.2015.12.005](https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.12.005)
40. Paladino F, Toledano C, Serfaty R. Estimer l'état pulpaire. *Réal Clin.* 2013; 24(4): 253-64 Available from: [https://www.idweblogs.com/wp-content/uploads/2016/12/etat\\_pulpaire.pdf](https://www.idweblogs.com/wp-content/uploads/2016/12/etat_pulpaire.pdf)
41. Simon S, Perard M, Zanini M, Smith AJ, Charpentier E, Djole SX et coll. Should pulp chamber pulpotomy be seen as a permanent treatment? Some preliminary thoughts. *Int Endod J.* 2013;46(1):79-87. DOI: [10.1111 \\_\\_\\_\\_\\_ / \\_\\_\\_\\_\\_ j.1365-2591.2012.02113.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2012.02113.x)
42. Ricucci D, Loghin S, Siqueira JF Jr. Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. *J Endod.* 2014;40(12):1932-1939. DOI: [10.1016 / j.joen.2014.08.010](https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.08.010)



43. Swift EJ, Trope M, Ritter AV. Vital pulp therapy for the mature tooth – can it work? *EndodTop.* 2003;5(1):49–56. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2003.00030.x>
44. Estrela C, Holland R. Calcium hydroxide: study based on scientific evidences. *J Appl Oral Sci.* 2003;11(4):269-282. DOI: [10.1590 / s1678-77572003000400002](https://doi.org/10.1590/s1678-77572003000400002)
45. Qudeimat MA, Barrieshi-Nusair KM, Owais AI. Calcium hydroxide vs mineral trioxide aggregates for partial pulpotomy of permanent molars with deep caries. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2007;8(2):99-104. DOI: [10.1007 / BF03262577](https://doi.org/10.1007 / BF03262577).
46. Cvek M. A clinical report on partial pulpotomy and capping with calcium hydroxide in permanent incisors with complicated crown fracture. *J Endod.* 1978;4(8):232-237. DOI: [10.1016 / S0099-2399 \(78\) 80153-8](https://doi.org/10.1016 / S0099-2399 (78) 80153-8)
47. Stanley HR. Pulp capping: conserving the dental pulp--can it be done? Is it worth it?. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989;68(5):628-639. DOI: [10.1016 / 0030-4220 \(89\) 90252-1](https://doi.org/10.1016 / 0030-4220 (89) 90252-1)
48. Asgary S, Ahmadyar M. Can miniature pulpotomy procedure improve treatment outcomes of direct pulp capping?. *Med Hypotheses.* 2012;78(2):283-285. DOI: [10.1016 / j.mehy.2011.11.002](https://doi.org/10.1016 / j.mehy.2011.11.002)
49. Laurent P, Camps J, About I. Biodentine(TM) induces TGF- $\beta$ 1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. *Int Endod J.* 2012;45(5):439-448. DOI: [10.1111 / j.1365-2591.2011.01995.x](https://doi.org/10.1111 / j.1365-2591.2011.01995.x)
50. Zarrabi MH, Javidi M, Jafarian AH, Joushan B. Histologic assessment of human pulp response to capping with mineral trioxide aggregate and a novel endodontic cement. *J Endod.* 2010;36(11):1778-1781. DOI: [10.1016 / j.joen.2010.08.024](https://doi.org/10.1016 / j.joen.2010.08.024)
51. Estrela C, Sydney GB, Bammann LL, Felipe Júnior O. Mechanism of action of calcium and hydroxyl ions of calcium hydroxide on tissue and bacteria. *Braz Dent J.* 1995;6(2):85-90.
52. Pai S, Vivekananda Pai AR, Thomas MS, Bhat V. Effect of calcium hydroxide and triple antibiotic paste as intracanal medicaments on the incidence of inter-appointment flare-up in diabetic patients: An in vivo study. *J Conserv Dent.* 2014;17(3):208-211. DOI: [10.4103 / 0972-0707.131776](https://doi.org/10.4103 / 0972-0707.131776)
53. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghanavati F, Rahimi H. A comparative study of histologic response to different pulp capping materials and a novel endodontic cement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(4):609-614. DOI: [10.1016 / j.tripleo.2008.06.006](https://doi.org/10.1016 / j.tripleo.2008.06.006)

54. Benoist FL, Ndiaye FG, Kane AW, Benoist HM, Farge P. Evaluation of mineral trioxide aggregate (MTA) versus calcium hydroxide cement (Dycal®) in the formation of a dentine bridge: a randomised controlled trial. *Int Dent J.* 2012;62(1):33-39 DOI: [10.1111 / j.1875-595X.2011.00084.x](https://doi.org/10.1111/j.1875-595X.2011.00084.x)
55. Macwan C, Deshpande A. Mineral trioxide aggregate (MTA) in dentistry: A review of literature. *J Oral Res Rev [serial online]* 2014 [cited 2020 May 27];6:71-4. Available from: <http://www.jorr.org/text.asp?2014/6/2/71/152914>
56. 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):349-353. DOI: [10.1016 / S0099-2399 \(06\) 80967-2](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)80967-2)
57. Tabarsi B, Parirokh M, Eghbal MJ, Haghdoost AA, Torabzadeh H, Asgary S. A comparative study of dental pulp response to several pulpotomy agents. *Int Endod J.* 2010;43(7):565-571. DOI: [10.1111 / j.1365-2591.2010.01711.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01711.x)
58. Rajasekharan S, Martens LC, Cauwels RGEC, Anthonappa RP, Verbeeck RMH. Biodentine™ material characteristics and clinical applications: a 3 year literature review and update [published correction appears in *Eur Arch Paediatr Dent.* 2018 Mar 15;:]. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2018;19(1):1-22. DOI: [10.1007 / s40368-018-0328-x](https://doi.org/10.1007/s40368-018-0328-x)
59. El Karim IA, McCrudden MTC, McGahon MK, Curtis TM, Jeanneau C, Giraud T, et al. Biodentine Reduces Tumor Necrosis Factor Alpha–induced TRPA1 Expression in Odontoblastlike Cells. *J Endod.* 2016;42(4):589–95. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.11.007>
60. Malkondu Ö, Kazandağ MK, Kazazoğlu E. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *Biomed Res Int.* 2014;2014:160951. DOI: [10.1155/2014/160951](https://doi.org/10.1155/2014/160951)
61. 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-ZG05. DOI: [10.7860 / JCDR / 2017 / 25840.10374](https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/25840.10374)
62. 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-e28. DOI: [10.1016 / j.dental.2012.11.007](https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.11.007)
63. Aggarwal V, Singla M, Yadav S, Yadav H, Ragini. Marginal Adaptation Evaluation of Biodentine and MTA Plus in "Open Sandwich" Class II Restorations. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27(3):167-175. DOI: [10.1111 / jerd.12141](https://doi.org/10.1111/jerd.12141)

