

Julie Judith Amsellem

**Biodentine™ *Versus* MTA: Comparação da *Performance* Clínica na Regeneração de
Dentes Permanentes – Revisão Sistemática**

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2023

Julie Judith Amsellem

**Biodentine™ Versus MTA: Comparação da *Performance* Clínica na Regeneração de
Dentes Permanentes – Revisão Sistemática**

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2023

Julie Judith Amsellem

**Biodentine™ Versus MTA: Comparação da *Performance* Clínica na Regeneração de
Dentes Permanentes – Revisão Sistemática**

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa
como parte dos requisitos para a obtenção do grau de
Mestre em Medicina Dentária.
Atesto a originalidade do trabalho,

(Julie Amsellem)

Porto, 2023

RESUMO

Objetivo: Comparar o desempenho clínico do Biodentine™ e do MTA na regeneração pulpar de dentes permanentes, com ápices fechados, após exposição pulpar.

Metodologia: Pesquisa bibliográfica nas bases de dados eletrônicas *PubMed*, *ScienceDirect* e *ResearchGate*. A pesquisa foi submetida a critérios de inclusão e exclusão e os estudos foram selecionados de acordo com critérios PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). A qualidade metodológica dos artigos foi avaliada utilizando a *checklist* CONSORT (*Consolidated Standards Of Reporting Trials*) para ensaios clínicos randomizados.

Resultados: Dos 126 artigos identificados foram selecionados 11 estudos. Os resultados mostraram não existir diferença entre os dois materiais na sua capacidade de regenerar a polpa e mantê-la vital. No entanto, o Biodentine™ mostrou menor propensão para descoloração coronária, enquanto que o MTA apresentou maior capacidade para formação de pontes dentinárias.

Conclusão: O Biodentine™ e o MTA são materiais adequados para recobrimento pulpar direto, com vantagens e desvantagens associadas, cabendo ao Médico Dentista optar de acordo com a situação clínica. Estudos adicionais mostram-se necessários para confirmar os resultados desta revisão sistemática.

Palavras-chave: Exposição pulpar; MTA; Biodentine™; Capeamento pulpar direto; Dentição Permanente.

ABSTRACT

Objective: To compare the clinical performance of Biodentine™ and MTA in pulp regeneration of permanent teeth with closed apices after pulpal exposure.

Methodology: Bibliographic search in PubMed, ScienceDirect and ResearchGate electronic databases. The search was subjected to inclusion and exclusion criteria and studies were selected according to PRISMA criteria (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). The methodological quality of the articles was assessed using the CONSORT (Consolidated Standards Of Reporting Trials) checklist for randomized clinical trials.

Results: Of the 126 articles identified, 11 studies were selected. The results showed no difference between the two materials in their ability to regenerate the pulp and keep it vital. However, Biodentine™ showed less tendency for coronal discoloration, while MTA showed greater capacity for dentin bridge formation.

Conclusion: Biodentine™ and MTA are suitable materials for direct pulp capping, with associated advantages and disadvantages, and it is up to the Dentist to choose accordingly to the clinical situation. Further studies are needed to confirm the results of this systematic review.

Keywords: Dental Pulp Exposure; MTA; Biodentine™; Dental Pulp Capping; Permanent Dentition.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha mãe, à minha irmã e ao meu sogro por todos os esforços e sacrifícios que fizeram para me dar esta oportunidade, por todo o conforto, pelo apoio incondicional e pelos conselhos preciosos que recebi nos momentos difíceis do meu percurso académico.

A toda a minha família em geral, que está ao meu lado dia após dia.

Ao meu noivo Raphael, que partilha comigo este espaço há 2 anos, e que sempre me incentivou e apoiou nos momentos difíceis.

A todos os meus amigos que aqui conheci, os mais importantes desta aventura portuguesa, com quem partilhei momentos de alegria, tristeza, dúvida e também muitas horas de trabalho.

Aos meus binómios Dan, Juliette e Yonathan por terem tornado os meus 2 anos de clínica tão alegres, sempre com respeito e entreaajuda.

Finalmente, à minha supervisora Lúcia Pereira da Silva, que esteve sempre disponível e sempre pronta a ajudar-me durante todo o trabalho. Não poderia ter pedido mais.

ÍNDICE GERAL

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
AGRADECIMENTOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABELAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	xii
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. METODOLOGIA	3
III. RESULTADOS	5
1. Ausência de sintomas clínicos dolorosos	8
2. Ausência de imagens radiográficas compatíveis com alterações patológicas periapicais.....	11
3. Resposta pulpar positiva aos testes de sensibilidade.....	14
IV. DISCUSSÃO.....	16
V. CONCLUSÃO	19
BIBLIOGRAFIA	20
ANEXOS	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de fluxo PRISMA (<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>).....	5
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Estratégia PICO utilizada para avaliar as evidências científicas sobre qual biomaterial (MTA ou Biodentine™) será o mais eficaz, no que se refere a regeneração dentinária, num procedimento de recobrimento pulpar direto.	3
Tabela 5. Características gerais dos ensaios clínicos incluídos.....	6
Tabela 7. Análise da avaliação do parâmetro comparativo “ausência de sintomas dolorosos” no <i>follow-up</i>	9
Tabela 8. Análise da avaliação do parâmetro comparativo “ausência de imagens radiográficas compatíveis com alterações patológicas periapicais” no <i>follow-up</i>	12
Tabela 9. Análise da avaliação do parâmetro comparativo “resposta pulpar positiva aos testes de sensibilidade” no <i>follow-up</i>	15

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabela 2. Pesquisa bibliográfica efetuada na base de dados eletrónica <i>Pubmed</i>	22
Tabela 3. Pesquisa bibliográfica efetuada na base de dados eletrónica <i>ResearchGate</i>	22
Tabela 4. Pesquisa bibliográfica efetuada na base de dados eletrónica <i>ScienceDirect</i>	23
Tabela 6. Análise da metodologia dos estudos analisados e risco de viés associado com recurso à checklist CONSORT (<i>Consolidated Standards Of Reporting Trial</i>).....	24
Anexo 1. Descrição detalhada da avaliação realizada para cada um dos critérios da <i>checklist</i> de verificação CONSORT.....	26

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

®	Marca Registrada
CBCT	<i>Cone Beam Computed Tomography</i>
CEM	<i>Calcium-enriched Mixture Cement</i>
CONSORT	<i>Consolidated Standards Of Reporting Trials</i>
ERRM	<i>EndoSequence Root Repair Material</i>
EUA	Estados Unidos da América
IVMR	Ionómero de Vidro Modificado por Resina
mm	Milímetros
MTA	Agregado Mineral Trióxido
NA	Não avaliado
NR	Não referido
NY	Nova Iorque
PICO	População, Intervenção, Comparação, <i>Outcome</i>
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
PROSPERO	<i>The International Prospective Register of Systematic Reviews</i>
SBU	<i>Single Bond Universal</i>
TENC	Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico
™	<i>Trademark</i>

I. INTRODUÇÃO

Cáries dentárias, traumas, danos mecânicos ou químicos e, ainda, procedimentos restauradores podem causar exposição da polpa dentária (Arandi e Thabet, 2021).

A cárie dentária é a doença não transmissível mais comum, com maior prevalência em indivíduos de grupos sociais desfavorecidos, podendo ser prevenida. Contudo, se não for tratada, a lesão de cárie progride para a dentina e atinge a polpa dentária (Bjørndal *et al.*, 2019). A sintomatologia mais comum associada à cárie próxima da polpa é a dor (Bjørndal *et al.*, 2010).

A taxa de sobrevivência de dentes tratados endodonticamente é inferior à dos dentes vitais, pelo que é importante estudar o processo de regeneração da polpa e os materiais mais eficazes com indicação para este tipo de procedimento (Bjørndal *et al.*, 2010). Um número crescente de estudos aponta taxas de sucesso bastante elevadas, sugerindo que procedimentos clínicos que visem a regeneração pulpar podem ser encarados como tratamentos alternativos ao tradicional Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico (TENC) para dentes permanentes vitais com exposição pulpar (Leong e Yap, 2021).

O recobrimento direto da polpa é definido como a aplicação de um material dentário diretamente sobre uma exposição da polpa vital, selando-a, com o objetivo de facilitar e promover a formação de dentina reparadora e, por fim, a manutenção da vitalidade pulpar (Sharma *et al.*, 2021). Diversos fatores influenciam o sucesso clínico deste tipo de tratamento, tais como a idade do paciente, o estado periodontal, o tamanho e a natureza da exposição da polpa (por etiologia traumática, mecânica ou cariosa), a contaminação da área exposta, o estado pulpar, os tipos e propriedades dos diversos materiais de recobrimento pulpar, bem como a capacidade de selamento inerente a estes materiais (Hoseinifar *et al.*, 2020).

No passado, o Cimento de Hidróxido de Cálcio era o material mais comumente utilizado para o recobrimento direto da polpa, uma vez que se mostra eficaz na estimulação da formação de dentina terciária. No entanto, grandes inconvenientes foram relatados ao longo do tempo (Arandi e Thabet, 2021), incluindo inflamação e necrose da superfície pulpar após o seu nivelamento, alta solubilidade em fluidos orais, degradação ao longo do tempo, formação de defeitos na ponte dentinária e baixa resistência mecânica, podendo acarretar futuras microfíltrasões e o insucesso do tratamento (Brizuela *et al.*, 2017). Recentemente, o Agregado mineral trióxido (MTA) e o Biodentine™ (Septodont, France) têm sido associados a taxas de

sucesso mais elevadas em dentes com exposição pulpar provocada por cárie ou por trauma. (Cushley *et al.*, 2021). Ambos os materiais correspondem a cimentos de silicato de cálcio (Bui e Pham, 2021).

O MTA foi introduzido pela primeira vez em 1993 (Arandi e Thabet, 2021). As suas propriedades favoráveis incluem uma redução significativa da inflamação da polpa e uma melhoria da qualidade da ponte dentinária formada. Contudo, o MTA apresenta desvantagens, incluindo o longo tempo de presa, o custo elevado e o risco de descoloração dentária. Existem dois tipos de MTA: branco e cinzento – o MTA branco foi introduzido para evitar a descoloração dentária associada ao MTA cinzento, no entanto, foi demonstrado que o MTA branco reduzia a descoloração, mas não a eliminava. A descoloração do dente pode ser problemática, especialmente quando ocorre em peças dentárias localizadas na região anterior (Parinyaprom *et al.*, 2018).

O Biodentine™ foi introduzido no mercado em 2011 como um rápido substituto para a dentina bioativa. Biodentine™ consiste principalmente de silicato tricálcico altamente purificado (80,1%) como material principal, carbonato de cálcio (14,9%) como carga e, por fim, óxido de zircónio (Arandi e Thabet, 2021). Este material foi introduzido visando ultrapassar algumas das limitações associadas ao MTA (Bui e Pham 2021). O Biodentine™ apresenta algumas vantagens tais como um tempo de presa mais curto e um risco de descoloração dentária menor que o do MTA branco. Apesar das vantagens referidas, as indicações clínicas para o recobrimento pulpar direto variam entre estudos (Parinyaprom *et al.*, 2018).

Pretende-se com esta revisão sistemática realizar uma comparação do desempenho clínico relatado na literatura para estes dois materiais (MTA e Biodentine™) quando aplicados na regeneração pulpar de dentes permanentes, visando com esse procedimento a preservação da vitalidade da polpa dentária. A avaliação da *performance* clínica destes dois materiais será também realizada através da recolha de dados relacionados com a sensibilidade e dor dentária (prévia e posterior à intervenção realizada), diagnóstico pulpar estabelecido previamente ao tratamento, formação e espessura da ponte dentinária, diâmetro da exposição pulpar tratada e descoloração coronária dos dentes intervencionados.

II. METODOLOGIA

Para a elaboração desta revisão sistemática foram considerados os critérios PICO (População, Intervenção, Comparação, *Outcome*), com o objetivo de formular a questão à qual este trabalho pretende responder (Tabela 1).

A presente revisão foi submetida à base de dados **PROSPERO** (*The International Prospective Register of Systematic Reviews*) e aceite, estando a mesma registada sob o código indentificador **CRD42023414382**.

Para a elaboração desta revisão sistemática foi efetuada uma pesquisa bibliográfica de artigos científicos nas bases de dados eletrónicas *PubMed* (Tabela 2 em Anexos), *ResearchGate* (Tabela 3 em Anexos), *Science Direct* (Tabela 4 em Anexos) entre Setembro de 2022 e Janeiro de 2023. A pesquisa foi realizada mediante a combinação dos seguintes termos de pesquisa (*MeSH Terms*), recorrendo ao operador booleano “AND”: “*Pulp exposure*”, “MTA”, “Biodentine”, “*Pulp regeneration*” e “*Direct pulp capping*”.

Tabela 1. Estratégia PICO utilizada para avaliar as evidências científicas sobre qual biomaterial (MTA ou Biodentine™) será o mais eficaz, no que se refere a regeneração dentinária, num procedimento de recobrimento pulpar direto.

PARÂMETRO	AVALIAÇÃO
População (P)	Dentes permanentes com ápices fechados e diagnóstico pulpar claro e estabelecido previamente
Intervenção (I)	Recobrimento pulpar direto usando como biomaterial o MTA ou Biodentine™
Comparação (C)	Resultados obtidos usando unicamente o Biodentine™
<i>Outcome</i> (O)	Sucesso do recobrimento pulpar direto após, no mínimo, 1 mês completo de <i>follow-up</i> . O sucesso é definido por critérios clínicos e radiográficos: (1) ausência de sintomas clínicos dolorosos; (2) ausência de imagens radiográficas compatíveis com alterações patológicas periapicais; (3) resposta pulpar positiva aos testes de sensibilidade

A pesquisa bibliográfica foi restrita a artigos em Inglês publicados nos últimos 30 anos (1993–2023). Os critérios de inclusão foram os seguintes: (1) estudos envolvendo apenas dentes permanentes, (2) recobrimento pulpar direto enquanto procedimento clínico realizado, (3) dentes com diagnóstico clínico de lesão de cárie profunda, (4) dentes sem descoloração, (5) diagnóstico pulpar prévio estabelecido como pulpíte aguda ou reversível, (6) estudos que avaliam a resposta ao recobrimento direto com MTA ou Biodentine™, (7) *follow-up* mínimo de 1 mês, (8) reavaliação clínica e radiográfica, (9) estudos do tipo Ensaio Clínico Randomizado, estudos de Coorte, estudos de caso-controle e ensaios clínicos prospectivos e retrospectivos.

Os critérios de exclusão corresponderam aos seguintes: (1) estudos envolvendo dentes decíduos ou permanentes imaturos, (2) dentes com mobilidade severa, (3) diagnóstico pulpar prévio de pulpíte irreversível ou sem diagnóstico pulpar, (4) exposição pulpar provocada por trauma, (5) recobrimento pulpar indireto ou pulpectomia como procedimento clínico realizado, (6) estudos com informação insuficiente, (7) estudos realizados em animais e (8) estudos que avaliam outras propriedades dos materiais (como, por exemplo, propriedades físicas).

A partir dos termos de pesquisa usados, foram identificados 126 artigos potencialmente elegíveis. Após eliminação dos artigos duplicados o número de artigos restantes foi de 96. Com a aplicação dos critérios de exclusão, 48 artigos foram incluídos. A partir de uma triagem inicial, realizada através da leitura dos títulos e dos resumos, foram selecionados 48 estudos para leitura integral. Destes 48 artigos, 37 foram excluídos porque avaliavam (como objetivo principal) outros materiais que não aqueles indicados como foco deste trabalho (n=14), avaliavam dentes imaturos (n=9), incluíam dentes com diagnóstico de pulpíte irreversível (n=8), apresentavam informações insuficientes (n=2) e, por último, avaliavam dentes com exposição pulpar provocada por trauma (n=4).

Desta forma, 11 artigos foram considerados para a realização desta revisão sistemática, os quais preenchem os critérios de inclusão mencionados (Figura 1).

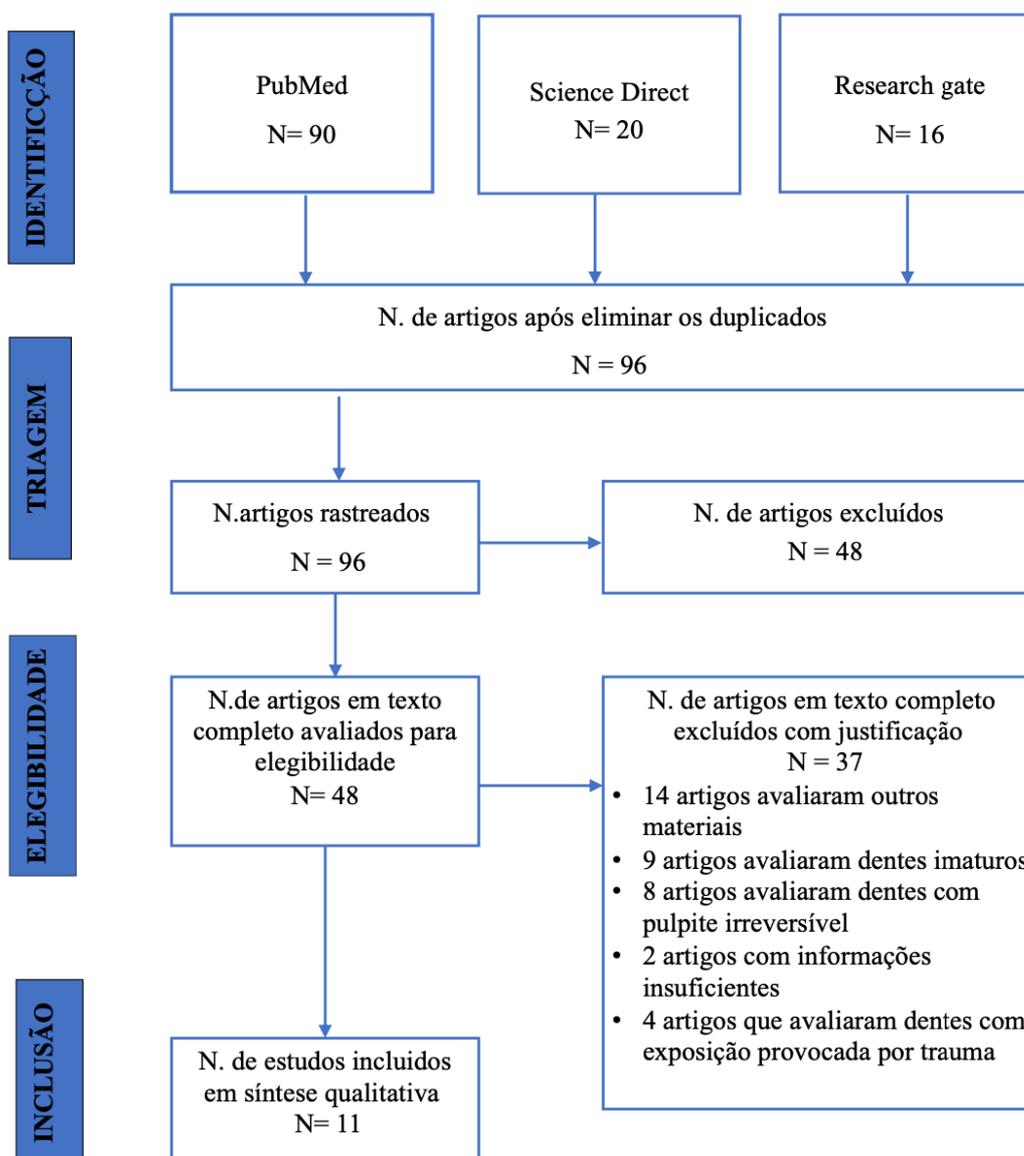


Figura 1. Diagrama de fluxo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Legenda: N – Número.

III. RESULTADOS

Para a realização desta revisão sistemática, após a aplicação dos critérios de inclusão, 11 estudos foram selecionados. As características gerais dos estudos estão sumariadas na Tabela 5.

Tabela 2. Características gerais dos ensaios clínicos incluídos para análise (continua na próxima página).

Estudos incluídos (Autor, Ano)	Tipo de estudo	Amostra (n por grupo)	Idade (anos; mín-máx)	Diagnóstico Pulpar	Diâmetro da exposição (mm)	Materiais aplicados	Período de <i>Follow-up</i>	Método de Reavaliação	Principais <i>Outcomes</i>
Nowicka <i>et al.</i> , 2013	Prospetivo	n(MTA)=11 M n(Biodentine™)=11 M n(controlo)=6 M	19 - 28	Polpa vital assintomática	1,2	MTA Biodentine™	6 semanas	Teste de vitalidade pulpar (testes de sensibilidade) e exame radiográfico	Não existiram diferenças estatísticas significativas entre os grupos
Nowicka <i>et al.</i> , 2015	Prospetivo	n(MTA)= 11 M n(Biodentine™)=11 M n(Ca(OH) ²)= 11 M n(SBU)= 11 M	19 - 32	Polpa vital assintomática	1,2	Ca(OH) ² MTA Biodentine™ SBU	6 semanas	CBCT	Biodentine™ e MTA induziram a formação de pontes dentinárias com um volume significativamente maior do que o SBU
Eftimoska <i>et al.</i> , 2015	Prospetivo	n(MTA)=20 n(Biodentine)=20 n(Calxyl®)= 20 (I, C, PM, M)	18 - 40	Polpa vital assintomática	Não indicado	Calxyl® MTA Biodentine™	8 dias 30 dias	Teste de vitalidade pulpar (testes de sensibilidade) e exame radiográfico	Melhor resultado com MTA e Biodentine™ do que com Calxyl®
Bokhari <i>et al.</i> , 2016	Prospetivo	n(MTA)= 50 M n(Biodentine™)= 50 M	19 - 50	Polpa Vital	Não indicado	MTA Biodentine™	1 mês 3 meses 6 meses	Teste de vitalidade pulpar (testes de sensibilidade)	Não existiram diferenças estatísticas significativas entre os grupos
Linu <i>et al.</i> , 2017	Retrospectivo	n(MTA)= 15 M n(Biodentine™)= 15 M	15 - 30	Polpa vital	Não indicado	MTA Biodentine™	1 mês 3 meses 6 meses 12 meses 18 meses	Teste de vitalidade pulpar (testes de sensibilidade) e exame radiográfico	Taxa de sucesso: MTA=84,6%; Biodentine™= 92,3 %; Descoloração coronária significativa com MTA
Hegde <i>et al.</i> , 2017	Prospetivo	n(MTA)= 12 M n(Biodentine™)= 12 M	18 - 20	Polpa vital assintomática	Não indicado	MTA Biodentine™	3 semanas 1 mês 6 meses	Teste de vitalidade pulpar (testes de sensibilidade) e exame radiográfico	Taxa de sucesso: MTA= 91,7%; Biodentine™= 83,3%

Legenda: C – Canino; Ca(OH)² – Cimento de Hidróxido de Cálcio; CBCT – *Cone Beam Computed Tomography*; I – Incisivo; M – Molar; MTA – Agregado Mineral Trióxido; n – tamanho amostral; PM – Pré-molar; SBU – *Single Bond Universal*.

Estudos incluídos (Autor, Ano)	Tipo de estudo	Amostra (n por grupo)	Idade (anos; mín-máx)	Diagnóstico Pulpar	Diâmetro da exposição (mm)	Materiais aplicados	Período de <i>Follow-up</i>	Método de Reavaliação	Principais <i>Outcomes</i>
Awawdeh <i>et al.</i> , 2018	Prospetivo	n(MTA)=34 M n(Biodentine™)=34 M	16 - 59	Pulpite reversível	Não indicado	MTA e Biodentine™	6 meses 1 ano 2 anos 3 anos	Teste de vitalidade pulpar (testes de sensibilidade), exame radiográfico e avaliação periodontal	Não existiram diferenças estatísticas significativas entre os grupos
Kusumvalli <i>et al.</i> , 2019	Prospetivo	n=12M	15 - 40	Polpa vital assintomática	Não indicado	Biodentine™	1 dia 1 mês 3 meses 6 meses 1 ano	Teste de vitalidade pulpar (testes de sensibilidade) e exame radiográfico	Biodentine™ parece oferecer uma intervenção terapêutica promissora para a preservação da vitalidade pulpar
Hoseinifar <i>et al.</i> , 2020	Prospetivo	n(MTA)=10 M n(Biodentine)=10M n(CEM)=10 M n(controlo)=10 M	14 - 25	Polpa vital assintomática	Não indicado	CEM MTA Biodentine™	3 semanas 6 semanas	Teste de vitalidade pulpar (testes de sensibilidade)	Espessura média da ponte dentinária claramente mais elevada no grupo Biodentine™
Muruganathan <i>et al.</i> , 2021	Prospetivo	n(MTA)=15 M n(Biodentine™)=15 M n(Dycal®)=15 M n(ERRM)=15 M	15 - 30	Polpa vital assintomática	Não indicado	MTA Biodentine™ Dycal® ERRM	8 semanas	Teste de vitalidade pulpar (testes de sensibilidade) e CBCT	Formação de ponte dentinária claramente maior com MTA e ERRM; Respostas inflamatórias pulpaes do MTA e ERRM inferiores às com Dycal e Biodentine™
Bui e Pham, (2021)	Prospetivo	n=11 M	18 - 25	Polpa vital assintomática	Não indicado	Biodentine™	1 semana 4 semanas 8 semanas 12 semanas	Teste de vitalidade pulpar (testes de sensibilidade) e exame radiográfico	Biodentine™ pode induzir a formação de dentina reparadora

Legenda: CBCT – *Cone Beam Computed Tomography*; CEM – *Calcium-enriched Mixture Cement*; ERRM - *EndoSequence Root Repair Material*; M – Molar; MTA – Agregado Mineral Trióxido; n – tamanho amostral.

A avaliação qualitativa dos estudos selecionados foi realizada recorrendo à *checklist* CONSORT (*Consolidated Standards Of Reporting Trials*) (ver Tabela 6 em Anexos) (*Equator Network*).

A *checklist* CONSORT é composta por 37 critérios (ver Anexo 1), resultando numa classificação de baixa, média ou alta qualidade – artigos de alta qualidade apresentam 18 ou mais critérios da lista, artigos de qualidade média abrangem entre 14 e 17 critérios, artigos de baixa qualidade incluem menos de 14 critérios. Assim, como resultado da pesquisa, verificou-se que Linu *et al.* (2017), Awawdeh *et al.* (2018) e Muruganandhan *et al.* (2021) são de alta qualidade; Eftimoska *et al.* (2015), Bokhari *et al.* (2016), Hoseinifar *et al.* (2020) e Bui e Pham (2021) são de média qualidade.

Segue-se a apresentação dos resultados organizados por subcapítulos que visam dar resposta à análise dos *outcomes* referidos anteriormente como foco de avaliação para esta revisão sistemática.

1. Ausência de sintomas clínicos dolorosos

A avaliação deste parâmetro de comparação entre materiais foi efetuada pelos seguintes autores: Nowicka *et al.*, 2013; Bokhari *et al.*, 2016; Hegde *et al.*, 2017; Eftimoska *et al.*, 2015; Awawdeh *et al.*, 2018; Kusumvalli *et al.*, 2019 e Bui e Pham, 2021. Os restantes estudos não indicam qualquer informação relacionada com este critério ou não referem a sua reavaliação no período de seguimento. Os períodos *follow-up* variam entre os 30 dias e os 3 anos.

De entre os estudos analisados, apenas dois quantificaram os sintomas usando uma escala de dor definida previamente. Bokhari *et al.* utilizaram a seguinte escala numérica: 1) Sem dor = 0; 2) Dor ligeira = 1-3 ; 3) Dor moderada = 4-7 ; 4) Dor severa = 8-10 (Bokhari *et al.*, 2016). Eftimoska *et al.* utilizaram a seguinte escala qualitativa: Tratamento indolor; Dor ligeira; Dor forte (Eftimoska *et al.*, 2015).

Todos os autores que efetuaram a avaliação deste critério afirmam que não foi observada diferença significativa entre o MTA e a Biodentine™. Na Tabela 7 encontram-se reunidos os dados relacionados com a avaliação deste parâmetro.

Tabela 7. Análise da avaliação do parâmetro comparativo “ausência de sintomas dolorosos” no *follow-up* (continua na próxima página).

Estudos (Autor, Ano)	Método de Reavaliação		Período de <i>follow-up</i>	Outcome	Extração do dente após reavaliação
	Quantitativo	Qualitativo			
Nowicka <i>et al.</i> , 2013	NR	NR	6 semanas	Dor <i>minor</i> espontânea: Biodentine™ (n=4); MTA (n=3)	Sim
Bokhari <i>et al.</i> , 2016	Escala numérica: 1) Sem dor = 0 2) Dor ligeira = 1-3 3) Dor moderada = 4-7 4) Dor severa = 8-10		1, 3 e 6 meses	Dor ligeira: Biodentine™ (n=4); MTA (n=3)	Não
Hegde <i>et al.</i> , 2017	NR	NR	3 semanas 1 e 6 meses	Dor espontânea: Biodentine™ (n=2); MTA (n=1)	Não
Eftimoska <i>et al.</i> , 2015	-	Escala Qualitativa: Tratamento indolor Dor ligeira Dor forte	1 semana 1 mês	Tratamento indolor: MTA(n=13); Biodentine™ (n=16) Dor ligeira: MTA (n=7); Biodentine™ (n=4) Dor forte: Biodentine™ e MTA (n=0)	Sim
Awawdeh <i>et al.</i> , 2018	NR	NR	6 meses 1, 2 e 3 anos	Dor ligeira: Biodentine™ (n=5); MTA (n=2)	Não
Kusumvalli <i>et al.</i> , 2019	NR	NR	1 dia 1, 3 e 6 meses 1 ano	Dor contínua: Biodentine™ (n=2)	Não

Legenda: MTA – Agregado Mineral Trióxido; n – tamanho amostral; NR – Não referido.

Estudos (Autor, Ano)	Método de Reavaliação		Período de <i>follow-up</i>	<i>Outcome</i>	Extração do dente após reavaliação
	Quantitativo	Qualitativo			
Bui e Pham, 2021	NR	NR	1 semana 4 semanas 8 semanas 12 semanas	Sem dor: Todos os pacientes	Sim
Nowicka <i>et al.</i> , 2015	NR	NR	6 semanas	NA	Não
Linu <i>et al.</i> , 2017	NR	NR	1 mês 3 meses 6 meses 12 meses 18 meses	NA	Não
Hoseinifar <i>et al.</i> , 2020	NR	NR	3 semanas 6 semanas	NA	Não
Muruganandhan <i>et al.</i> , 2021	NR	NR	8 semana	NA	Não

Legenda: MTA – Agregado Mineral Trióxido; NA – Não avaliado; NR – Não referido.

2. Ausência de imagens radiográficas compatíveis com alterações patológicas periapicais

Apenas dois autores referem a deteção de imagens radiográficas compatíveis com patologia periapical: Awawdeh *et al.*, 2018 e Kusumvalli *et al.*, 2019.

No estudo desenvolvido por Awawdeh e colaboradores apenas um dente tratado com Biodentine™ apresentou uma lesão periapical, correspondendo a um caso de raspagem radicular. Por essa razão, os autores não consideraram ser um resultado significativo (Awawdeh *et al.*, 2018). No estudo de Kusumvalli *et al.*, os autores observaram um aumento do espaço do ligamento periodontal em casos de raspagem (Kusumvalli *et al.*, 2019).

Em relação à avaliação da formação de pontes dentinárias, para os estudos de Nowicka *et al.*, 2013; Eftimoska *et al.*, 2015; Bokhari *et al.*, 2016; Hedges *et al.*, 2017; Linu *et al.*, 2017 e Kusumvalli *et al.*, 2019: o método de avaliação utilizado foi a radiografia periapical intraoral. Contudo, apenas os autores Nowicka *et al.*, 2013 mencionaram a espessura da ponte dentinária formada (211,56 milímetros (mm) para a Biodentine™ e 230,31 mm para o MTA). Os autores concluíram não representar uma diferença significativa entre os materiais.

Dois outros métodos são mencionados para efetuar esta avaliação – a histopatologia e o CBCT. A histopatologia foi utilizada por Muruganandhan *et al.*, 2021 e Hoseinifar *et al.*, 2020 visando avaliar a quantidade de dentina secundária formada após a aplicação de MTA ou Biodentine™. O CBCT foi aplicado por Nowicka *et al.*, 2015; Muruganandhan *et al.*, 2021 e Bui e Pham, 2021.

Nowicka e colaboradores referem que a espessura das pontes dentinárias formadas após a aplicação de MTA corresponde a 385 mm, enquanto que para Biodentine™ é de 370 mm (Nowicka *et al.*, 2015). Bui e Pham classificam o volume de dentina formada através de um código numérico: código 1 para um volume elevado ($\geq 1 \text{ mm}^3$), o código 2 para um volume moderado (0,5-0,99 mm^3), o código 3 para um volume baixo (0,1-0,49 mm^3) e o código 4 para nenhuma dentina ou nenhum volume mensurável de dentina (Bui e Pham, 2021).

Na Tabela 8 encontram-se reunidos os dados relacionados com a avaliação destes parâmetros.

Tabela 8. Análise da avaliação do parâmetro comparativo “ausência de imagens radiográficas compatíveis com alterações patológicas periapicais” no *follow-up* (continua na próxima página).

Estudos (Autor, Ano)	Detecção de imagens periapicais patológicas	Avaliação da formação de ponte dentinária			
		Método	Espessura da ponte (mm* ou mm ³)		Software de processamento de imagem aplicado
			Biodentine™	MTA	
Nowicka <i>et al.</i> , 2013	NR	Radiografia periapical	211,56*	230,31*	NR
Nowicka <i>et al.</i> , 2015	NR	CBCT Histopatologia	370*	385*	Cranex 3D versão lógica Scanora 5.1.0.9 (Soredex, Tuusula, Finlândia)
Eftimoska <i>et al.</i> , 2015	NR	Radiografia periapical		NR	Software Sopro Imaging (Sopro Imaging, Reino Unido)
Eftimoska <i>et al.</i> , 2015	NR	Radiografia periapical Histopatologia		NR	NR
Bokhari <i>et al.</i> , 2016	NR	Radiografia periapical		NR	NR
Hedges <i>et al.</i> , 2017	NR	Radiografia periapical		NR	Image J versão 1.4 (Informer Technologies, EUA)
Linu <i>et al.</i> , 2017	NR	Radiografia periapical		NR	NR
Awawdeh <i>et al.</i> , 2018	SIM Biodentine™ n=1 com lesão periapical	NR		NR	NR

Legenda: CBCT – *Cone Beam Computed Tomography*; NR – Não referido; n – tamanho amostral.

Estudos (Autor, Ano)	Deteção de imagens periapicais patológicas	Avaliação da formação de ponte dentinária			
		Método	Espessura da ponte (mm* ou mm ³)		<i>Software</i> de processamento de imagem aplicado
			Biodentine™	MTA	
Kusumvalli <i>et al.</i> , 2019	SIM Aumento da espessura do ligamento periodontal	Radiografia periapical		NR	NR
Hoseinifar <i>et al.</i> , 2020	NR	Histopatologia		NR	NR
Muruganandhan <i>etal.</i> , 2021	NR	CBCT Radiografia periapical Histopatologia		NR	NR
Bui e Pham, (2021)	NR	CBCT Radiografia periapical	≥1	NA	<i>Software Sopro Imaging</i> (Sopro Imaging, Reino Unido)

Legenda: CBCT – *Cone Beam Computed Tomography*; NA – Não avaliado; NR – Não referido.

3. Resposta pulpar positiva aos testes de sensibilidade

Todos os artigos avaliaram a vitalidade pulpar. Contudo, apenas os estudos de Eftimoska *et al.*, 2015 e Kusumvalli *et al.*, 2019 não mencionam o tipo de teste ou método utilizado para efetuar esta avaliação.

Os autores Nowicka *et al.*, 2013; Hegde *et al.*, 2017 e Nowicka *et al.*, 2015 recorreram a testes térmicos e elétricos para avaliar a vitalidade pulpar de dentes tratados com MTA e Biodentine™. Nenhum dos autores mencionados encontrou diferenças significativas entre os dois materiais nos resultados obtidos nas suas investigações.

Bokhari *et al.*, 2016 e Linu *et al.*, 2017 aplicaram apenas testes elétricos, enquanto Awawdeh *et al.*, 2018 utilizaram unicamente testes térmicos (ao frio). Para os 3 estudos mencionados, os autores afirmam não existirem diferenças significativas em relação ao uso do MTA ou Biodentine™.

Hoseinifar *et al.*, 2020 e Muruganandhan *et al.*, 2021 complementaram os seus resultados com testes histopatológicos, para além dos testes elétricos e térmicos, a fim de avaliar a vitalidade pulpar através da análise da presença de tecido necrótico ou inflamatório. Apenas o estudo de Muruganandhan *et al.*, 2021 detetou uma maior resposta inflamatória ao teste com Biodentine™ e Dycal®.

Na Tabela 9 encontram-se reunidos os dados relacionados com a avaliação deste parâmetro.

Tabela 9. Análise da avaliação do parâmetro comparativo “resposta pulpar positiva aos testes de sensibilidade” no *follow-up*. As células assinaladas com um asterisco "*" representam o cumprimento do estudo relativamente ao *outcome* avaliado. As células em branco representam o não cumprimento

Estudos (Autor, Ano)	Teste efetuado	Equipamento utilizado	Vitalidade Pulpar
Nowicka <i>et al.</i> , 2013	Térmico (frio) Elétrico	Vitality Scanner Pulp Vitality Tester (Sybron Endo, EUA)	100% Vitalidade pulpar para MTA e Biodentine™
Eftimoska <i>et al.</i> , 2015	NR	NR	Biodentine™: 0/20 casos não vital MTA: 1/20 casos não vital
Nowicka <i>et al.</i> , 2015	Térmico Elétrico	KALtespray (GmbH, Alemanha) Vitality Scanner Pulp Vitality Tester (SybronEndo, EUA)	100% Vitalidade pulpar para MTA e Biodentine™
Bokhari <i>et al.</i> , 2016	Elétrico	NR	Biodentine™: 4/50 casos não vital MTA: 3/50 casos não vital
Hegde <i>et al.</i> , 2017	Térmico (frio e quente) Elétrico	NR	Biodentine™: 2/12 casos não vital MTA: 1/12 casos não vital
Linu <i>et al.</i> , 2017	Elétrico	Digitest II Pulp Vitality Tester (Parkell Inc., EUA)	Biodentine™: 1/12 casos não vital MTA: 2/15 casos não vital
Awawdeh <i>et al.</i> , 2018	Térmico (frio)	Endo-Ice F (Coltene, Alemanha)	Biodentine™: 5/27 casos não vital MTA: 3/27 casos não vital
Kusumvalli <i>et al.</i> , 2019	NR	NR	Biodentine™: 2/12 casos não vital
Hoseinifar <i>et al.</i> , 2020	Térmico Elétrico Histopatologia	NR	100% Vitalidade pulpar para MTA e Biodentine™
Bui e Pham, 2021	Elétrico	Digitest II Pulp Vitality Tester (Parkell Inc., EUA)	100% Vitalidade pulpar para Biodentine™
Muruganandhan <i>et al.</i> , 2021	Térmico Elétrico Histopatologia	NR	NR

Legenda: MTA – Agregado Mineral Trióxido; NR – Não referido.

IV. DISCUSSÃO

A presente revisão sistemática visa comparar o desempenho clínico do MTA e da Biodentine™ na regeneração pulpar de dentes permanentes. Dos 11 artigos utilizados, 5 estudos avaliaram exclusivamente o MTA comparativamente à Biodentine™, 4 incluíram outros materiais na investigação e 2 apenas avaliaram a resposta à Biodentine™ ao longo do tempo. Por outro lado, dos 11 ensaios clínicos incluídos, 10 foram prospetivos e apenas 1 retrospectivo. Todos os estudos referem o diagnóstico pulpar prévio, sendo o mais comum a presença de polpa vital assintomática, contudo, apenas 3 estudos indicam o diâmetro da exposição pulpar.

Os tamanhos das amostras mostraram-se variáveis entre estudos, sendo o menor tamanho amostral de n=12 e o maior n=100. De igual forma, os períodos de seguimento variaram entre estudos (período mínimo de 30 dias e período máximo de 3 anos). Para este trabalho, os dados recolhidos para efetuar a comparação prenderam-se com a sensibilidade e dor dentária (prévia e posterior à intervenção realizada), diagnóstico pulpar estabelecido previamente ao tratamento, formação e espessura da ponte dentinária, diâmetro da exposição pulpar tratada e descoloração coronária dos dentes intervencionados. Pode-se afirmar que ambos os materiais podem ser utilizados como materiais de recobrimento direto da polpa, no entanto é complexo afirmar qual deles apresenta melhores resultados.

Holiel, Mahmoud e Abdel-Fattah (2021) estudaram 45 dentes posteriores permanentes saudáveis com exposição pulpar causada por trauma. Nesse trabalho foram comparados 3 materiais: hidrogel injetável de matriz dentária tratada, Biodentine™ e MTA. O *follow-up* foi efetuado aos 3, 6, 12, 18 e 24 meses através de exame clínico e radiográfico (CBCT). Os resultados relatados para este estudo estão de acordo com os estudos de Bokhari *et al.* (2016), Linu *et al.* (2017) e Hegde *et al.* (2017) – os autores afirmaram não existir diferença significativa entre MTA e Biodentine™.

O sucesso dos tratamentos é observado principalmente em relação à manutenção da vitalidade pulpar dos dentes. Os autores Nowicka *et al.* (2013), Hegde *et al.* (2017), Linu *et al.* (2017), Awawdeh *et al.* (2018) avaliaram esse ponto nos seus estudos. Outros autores publicaram trabalhos visando avaliar esta propriedade: (1) Sabrah e Alqahtan (2017) conduziram um estudo comparando hidróxido de cálcio, MTA e Biodentine™ numa amostra de 72 dentes permanentes (avaliação clínica e radiográfica após 1 ano), (2) Parinyaprom *et al.* (2018) avaliaram MTA e Biodentine™ em 59 dentes permanentes com diferentes diagnósticos iniciais (avaliação clínica

e radiográfica após 6 meses), (3) Junior *et al.* (2019) realizaram um estudo sobre dentes decíduos avaliando a eficácia de MTA e Biodentine™ após pulpotomia (avaliação clínica e radiográfica aos 6, 12 e 18 meses). Em todos estes trabalhos, os autores concluíram que nenhuma diferença significativa foi observada entre os dois materiais e declararam que ambos são adequados para o procedimento de recobrimento direto da polpa.

No entanto, Kusumvalli *et al.* (2019) e Bui e Pham (2021), que testaram apenas a eficácia do Biodentine™ avaliando as alterações ocorridas ao longo do tempo, observaram que este material corresponde a uma boa opção de tratamento para a preservação da vitalidade pulpar.

A formação de pontes dentinárias corresponde a um dos mecanismos de ação dos agentes de recobrimento pulpar e a sua formação, quer parcial quer completa, foi igualmente alvo de avaliação. Estudos realizados por Nowicka *et al.* (2013/2015), Eftimoska *et al.* (2015), Hegde *et al.* (2017), Linu *et al.* (2017), Hoseinifar *et al.* (2020) e Holiel, Mahmoud e Abdel-Fattah (2020) concordam que as pontes dentinárias podem ser observadas através de avaliações radiográficas, tanto para o MTA como a Biodentine™, sem diferença estatística significativa.

Em contraste, o estudo de Muruganandhan *et al.* (2021) afirma que existe uma diferença significativa entre MTA e Biodentine™ na formação de pontes dentinárias completas, recorrendo a imagens obtidas por CBCT. Os autores concluíram que o MTA apresenta uma taxa mais elevada de formação de pontes dentinárias completas do que a Biodentine™. O estudo de Bui e Pham (2021) avaliou unicamente a Biodentine™, comparando os resultados ao longo do tempo de seguimento (1, 4, 8 e 12 semanas). Este estudo demonstrou uma diferença estatística significativa no volume de formação da ponte dentinária ao longo do tempo.

Alguns estudos visaram avaliar a ocorrência de inflamação pulpar após a aplicação de materiais de recobrimento direto. O estudo de Hoseinifar *et al.* (2020) mostra que existe uma diferença significativa entre a resposta à Biodentine™ e aos outros materiais utilizados no estudo (MTA, CEM). A inflamação pulpar observada para o grupo Biodentine™ é muito maior do que para os outros materiais.

Nos estudos de Bakhtiar *et al.* (2017), os autores realizaram uma investigação sobre a eficácia do TheraCal LC® (Inibsa, Espanha) *versus* Biodentine™ e MTA, aplicados após pulpotomia em 27 molares saudáveis agendados para extração. O seguimento foi realizado às 1 e 8 semanas (avaliação clínica e radiográfica) e os autores afirmaram não existirem diferenças entre os

materiais. Para Sabrah e Alqahtan (2017), a Biodentine™ não acarreta o desenvolvimento de uma resposta pulpar inflamatória em comparação com o Hidróxido de Cálcio e o MTA.

A descoloração coronária dos dentes submetidos a uma intervenção de recobrimento pulpar direto foi igualmente avaliada em alguns estudos, como os de Parinyaprom *et al.* (2018), Hegde *et al.* (2017), Linu *et al.* (2017) e Awawdeh *et al.* (2018). Abuelniel, Duggal e Kabel (2020) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a eficácia do MTA e da Biodentine™ aplicados como materiais regeneradores após pulpotomia em 50 dentes anteriores permanentes (com ápices imaturos) traumatizados com exposição pulpar. O seguimento clínico e radiográfico foi efetuado aos 6, 12 e 18 meses e os autores afirmaram observar-se uma descoloração coronária acinzentada quando o MTA é utilizado. Esta situação não se verifica quando se aplica Biodentine™, o que resulta mais vantajoso utilizar este material quando se procura um tratamento mais estético.

Alguns pontos não foram estudados nesta revisão, sendo importante ressaltá-los como limitações do estudo, tais como (1) a eficácia de cada um dos materiais em situações clínicas nas quais já está estabelecida inflamação pulpar, (2) a longevidade dos dentes intervencionados após a realização destes tratamentos, (3) o impacto da idade do paciente no sucesso do tratamento e na formação da ponte dentinária e, ainda, (4) a influência da extensão (diâmetro) da exposição pulpar. É ainda importante notar que todos os estudos analisados apresentam diferentes tempos de seguimento o que pode resultar numa variação dos resultados obtidos. Por outro lado, existem outros materiais de recobrimento pulpar como o Material de Reparação Radicular de Endosequência (*Endosequence Root Repair Material* – ERRM). Assim, seria importante realizar investigações que visassem o seu estudo para avaliar a eficácia em comparação com a Biodentine™ e o MTA.

Outro ponto a ter em consideração é o facto de muitos autores não avaliarem a dor através de uma escala de dor padronizada. Atualmente, encontram-se descritos dois tipos de escala de dor – (1) a escala de autoavaliação, que mede apenas a intensidade da dor, e (2) a escala de heteroavaliação, que se caracteriza pelo seu carácter multidimensional (quantitativo e qualitativo), podendo auxiliar na distinção da dor de cada indivíduo. Podemos interrogar-nos se os resultados teriam sido os mesmos se a metodologia dos estudos tivesse contemplado a aplicação de uma escala de dor, ainda que se mostre difícil uniformizar a dor, dado ser uma experiência subjetiva.

V. CONCLUSÃO

A regeneração pulpar é um tema sempre atual e presente no âmbito da atuação clínica em Medicina Dentária. Esta revisão sistemática visou comparar o desempenho clínico do Biodentine™ e do MTA na regeneração de dentes permanentes, com ápice fechado, após exposição pulpar.

Para isso, foram avaliados 3 critérios considerados elementos-chave para a definição do sucesso clínico do tratamento – (1) ausência de sintomas clínicos dolorosos; (2) ausência de imagens radiográficas compatíveis com alterações patológicas periapicais; (3) resposta pulpar positiva aos testes de sensibilidade.

Com relação a esta avaliação, verificou-se o seguinte:

1. Relativamente à ausência de sintomas clínicos dolorosos, os autores que avaliaram este critério afirmaram não se observar diferenças significativas entre os dois materiais;
2. No que se refere à ausência de imagens radiográficas compatíveis com alterações patológicas periapicais, apenas dois autores referiram a detecção destas imagens. Contudo, em ambos os casos, o dente em questão tinha sido previamente submetido a um outro tratamento invasivo (raspagem e alisamento radicular);
3. Por fim, em relação à resposta pulpar positiva aos testes de sensibilidade, os autores afirmaram não se observar diferenças significativas entre os materiais.

Assim, os resultados obtidos mostraram não existirem diferenças significativas entre os dois materiais no que se prende com a sua capacidade de regenerar a polpa e mantê-la vital. No entanto, é importante ressaltar que estes dois materiais apresentam vantagens e desvantagens e, assim, a opção entre a aplicação de um ou outro depende das preferências do profissional e da situação clínica.

Tendo presentes as limitações anteriormente mencionadas para este trabalho, estudos adicionais mostram-se necessários para confirmar os resultados desta revisão sistemática.

BIBLIOGRAFIA

Abuelniel, G. M., Duggal, M. S., e Kabel, N. (2020). A comparison of MTA and Biodentine as medicaments for pulpotomy in traumatized anterior immature permanent teeth: A randomized clinical trial. *Dental Traumatology*, 36(4), pp. 400-410.

Arandi, N. Z., e Thabet, M. (2021). Minimal intervention in dentistry: A literature review on Biodentine as a bioactive pulp capping material. *BioMed Research International*, 2021, PP. 1-13.

Awawdeh, L., *et al.* (2018). Outcomes of vital pulp therapy using mineral trioxide aggregate or biodentine: a prospective randomized clinical trial. *Journal of Endodontics*, 44(11), pp. 1603-1609.

Bakhtiar, H., *et al.* (2017). Human pulp responses to partial pulpotomy treatment with TheraCal as compared with Biodentine and ProRoot MTA: a clinical trial. *Journal of Endodontics*, 43(11), pp. 1786-1791.

Bjørndal, L., *et al.* (2010). Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. *European Journal of Oral Sciences*, 118(3), pp. 290-297.

Bjørndal, L., *et al.* (2019). Management of deep caries and the exposed pulp. *International Endodontic Journal*, 52(7), pp. 949-973.

Bokhari, S. S., *et al.* (2016). A comparison of the human pulpal pain response to biodentine and mineral trioxide aggregate as pulp capping agent. *Pakistan Oral & Dental Journal*, 36(3), pp.464-467.

Brizuela, C., *et al.* (2017). Direct pulp capping with calcium hydroxide, mineral trioxide aggregate, and biodentine in permanent young teeth with caries: a randomized clinical trial. *Journal of Endodontics*, 43(11), pp. 1776-1780.

Bui, A. H., e Pham, K. (2021). Evaluation of reparative dentine bridge formation after direct pulp capping with biodentine. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 11(1), pp. 77-82.

Cushley, S., *et al.* (2021). Efficacy of direct pulp capping for management of cariously exposed pulps in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 54(4), pp. 556-571.

Eftimoska, M., *et al.* (2015). Clinical and Histological Analyzes of the Response of the Pulp after Its Direct Capping with Calxyl, MTA and Biodentine. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 6(04), pp. 1097-1111.

Equator Network. [Em linha]. Disponível em <<https://www.goodreports.org/reporting-checklists/consort/>>. [Consultado em 17/04/2023].

Hegde, S., *et al.* (2017). Clinical evaluation of mineral trioxide aggregate and biodentine as direct pulp capping agents in carious teeth. *Journal of Conservative Dentistry*, 20(2), pp. 91-95.

Holiel, A. A., Mahmoud, E. M., e Abdel-Fattah, W. M. (2021). Tomographic evaluation of direct pulp capping using a novel injectable treated dentin matrix hydrogel: A 2-year randomized controlled clinical trial. *Clinical Oral Investigations*, 25, pp. 4621-4634.

Hoseinifar, R., *et al.* (2020). Histological Evaluation of Human Pulp Response to Direct Pulp Capping with MTA, CEM Cement, and Biodentine. *Journal of Dentistry*, 21(3), pp. 177-183.

Junior, E. S., *et al.* (2019). MTA and biodentine for primary teeth pulpotomy: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Clinical Oral Investigations*, 23, pp. 1967-1976.

Kusumvalli, S., *et al.* (2019). Clinical evaluation of biodentine: Its efficacy in the management of deep dental caries. *Indian Journal of Dental Research*, 30(2), pp. 191-195.

Leong, D. J. X., e Yap, A. U. (2021). Vital pulp therapy in carious pulp-exposed permanent teeth: an umbrella review. *Clinical Oral Investigations*, 25(12), pp. 6743-6756.

Linu, S., *et al.* (2017). Treatment outcome following direct pulp capping using bioceramic materials in mature permanent teeth with carious exposure: a pilot retrospective study. *Journal of Endodontics*, 43(10), pp. 1635-1639.

Muruganandhan, J., *et al.* (2021). Comparison of four dental pulp-capping agents by cone-beam computed tomography and histological techniques—a split-mouth design ex vivo study. *Applied Sciences*, 11(7), pp. 3045-3057.

Nowicka, A., *et al.* (2013). Response of human dental pulp capped with biodentine and mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 39(6), pp. 743-747.

Nowicka, A., *et al.* (2015). Tomographic evaluation of reparative dentin formation after direct pulp capping with Ca (OH) 2, MTA, Biodentine, and dentin bonding system in human teeth. *Journal of Endodontics*, 41(8), pp. 1234-1240.

Parinyaprom, N., *et al.* (2018). Outcomes of direct pulp capping by using either ProRoot mineral trioxide aggregate or Biodentine in permanent teeth with carious pulp exposure in 6-to 18-year-old patients: a randomized controlled trial. *Journal of Endodontics*, 44(3), pp. 341-348.

Sabrah, S. A., e Alqahtan, M. T. (2017). Outcomes of direct pulp capping done by deferent materials in permanent teeth: after 1 year recall. *Medico Research Chronicles*, 4(06), 591-592.

Sharma, V., *et al.* (2021). Evaluation of Endosequence Root Repair Material and Endocem MTA as direct pulp capping agents: An in vivo study. *Australian Endodontic Journal*, 48(2), pp. 251-257.

ANEXOS

Tabela 3. Pesquisa bibliográfica efetuada na base de dados eletrónica *Pubmed*.

Base de dados: <i>Pubmed</i>		
Conjugações utilizadas	<i>Direct pulp capping AND Pulp Regeneration</i>	<i>Pulp exposure AND MTA AND Biodentine</i>
Resultados obtidos	53	37
Leitura do título	53	37
Leitura de resumo	32	19
Leitura completa	25	11
Total	36	

Tabela 4. Pesquisa bibliográfica efetuada na base de dados eletrónica *ResearchGate*.

Base de dados: <i>ResearchGate</i>		
Conjugações utilizadas	<i>Direct pulp capping AND Pulp Regeneration</i>	<i>Pulp exposure AND MTA AND Biodentine</i>
Resultados obtidos	13	7
Leitura do título	13	7
Leitura de resumo	7	3
Leitura completa	4	2
Total	6	

Tabela 5. Pesquisa bibliográfica efetuada na base de dados eletrónica *ScienceDirect*.

Base de dados: <i>ScienceDirect</i>		
Conjugações utilizadas	<i>Direct pulp capping AND Pulp Regeneration</i>	<i>Pulp exposure AND MTA AND Biodentine</i>
Resultados obtidos	10	6
Leitura do título	10	6
Leitura de resumo	6	4
Leitura completa	4	2
Total	6	

Tabela 6. Análise da metodologia dos estudos analisados e risco de viés associado com recurso à *checklist* CONSORT (*Consolidated Standards Of Reporting Trial*). As células assinaladas com um asterisco "*" representam o cumprimento do estudo relativamente ao parâmetro de avaliação da qualidade em causa. As células deixadas em branco representam o não cumprimento (continua na próxima página).

CRITÉRIO	ESTUDOS (AUTOR, ANO)										
	Nowicka <i>et al.</i> , 2013	Nowicka <i>et al.</i> , 2015	Eftimoska <i>et al.</i> , 2015	Bokhari <i>et al.</i> , 2016	Linu <i>et al.</i> , 2017	Hegde <i>et al.</i> , 2017	Awawde h <i>et al.</i> , 2018	Kusumval li <i>et al.</i> , 2019	Hoseinifa r <i>et al.</i> , 2020	Muruganandha n <i>et al.</i> , 2021	Bui e Pham, 2021
1a					*		*				
1b	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2a	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2b	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3a							*				
3b											
4a			*	*	*	*	*	*	*	*	*
4b			*		*			*	*	*	*
5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6a	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*
6b											*
7a							*			*	*
7b											
8a		*		*		*	*			*	
8b							*				
9											
10			*								
11a						*	*				

CRITÉRIO	ESTUDOS (AUTOR, ANO)										
	Nowicka <i>et al.</i> , 2013	Nowicka <i>et al.</i> , 2015	Eftimoska <i>et al.</i> , 2015	Bokhari <i>et al.</i> , 2016	Linu <i>et</i> <i>al.</i> , 2017	Hegde <i>et</i> <i>al.</i> , 2017	Awawde <i>h et al.</i> , 2018	Kusumval <i>li et al.</i> , 2019	Hoseinifa <i>r et al.</i> , 2020	Muruganangha <i>n et al.</i> , 2021	Bui e Pham, 2021
11b											
12a	*	*	*		*	*	*		*	*	
12b							*				
13a	*		*	*	*		*		*	*	
13b					*	*			*	*	
14a	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
14b											
15		*	*	*	*		*		*	*	
16	*	*	*	*	*		*			*	
17a				*	*	*	*	*	*	*	*
17b											
18			*								
19	*	*	*		*		*	*	*	*	*
20											
21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
22	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
23							*		*		
24										*	
25								*			

Anexo 1. Descrição detalhada da avaliação realizada para cada um dos critérios da *checklist* de verificação CONSORT.

Título e resumo:

1a. Identificação como ensaio randomizado no título.

1b. Resumo estruturado da conceção, métodos, resultados e conclusões do ensaio.

Introdução:

2a. Contexto científico e explicação da fundamentação.

2.b Objetivos ou pressupostos específicos.

Métodos:

3a. Descrição da conceção do ensaio (paralelo, fatorial, entre outros), incluindo o rácio de atribuição.

3b. Alterações significativas aos métodos após o início do ensaio com justificação.

4a. Critérios de elegibilidade dos participantes.

4b. Ambientes e locais onde os dados foram recolhidos.

5. Intervenções para cada grupo com pormenor suficiente para permitir a sua reprodução, incluindo como e quando foram efetivamente administradas.

6a. Medidas de resultados primários e secundários totalmente definidas e pré-especificadas, incluindo como e quando foram avaliadas.

6b. Quaisquer alterações aos resultados do ensaio após o seu início, com indicação dos motivos.

7a. Como foi determinada a dimensão da amostra.

- 7b.** Se aplicável, explicação das análises intercalares e das diretrizes de interrupção.
- 8a.** Método utilizado para gerar a sequência de atribuição aleatória.
- 8b.** Tipo de aleatorização; pormenores sobre eventuais restrições.
- 9.** Mecanismo utilizado para implementar a sequência de atribuição aleatória, descrevendo quaisquer medidas adotadas para ocultar a sequência até à atribuição das intervenções.
- 10.** Quem gerou a sequência de atribuição aleatória, quem recrutou os participantes e quem os atribuiu às intervenções?
- 11a.** Se aplicável, quem foi “cegado” após a atribuição das intervenções e como?
- 11b.** Se aplicável, descrição da similaridade das intervenções.
- 12a.** Métodos estatísticos utilizados para comparar grupos para resultados primários e secundários.
- 12b.** Métodos para análises adicionais, tais como análises de subgrupos e análises ajustadas.

Resultados:

- 13a.** Para cada grupo, o número de participantes que foram atribuídos aleatoriamente, que receberam o tratamento pretendido e que foram analisados para o resultado primário.
- 13b.** Para cada grupo, as perdas e exclusões, após a aleatorização, e os motivos.
- 14a.** Datas que definem o recrutamento e os períodos de acompanhamento.
- 14b.** Razões pelas quais o ensaio foi terminado ou interrompido.
- 15.** Um quadro com as características demográficas e clínicas de base de cada grupo.
- 16.** Para cada grupo, o número de participantes incluídos em cada análise e se a análise foi efetuada por grupos originalmente designados.
- 17a.** Para cada resultado primário e secundário, os resultados para cada grupo, juntamente com o tamanho estimado do efeito e a sua exatidão.

17b. Para resultados binários, recomenda-se que sejam apresentados os tamanhos de efeito absoluto e relativo.

18. Resultados de quaisquer outras análises efetuadas, incluindo análises de subgrupos análises de subgrupos e ajustadas, distinguindo entre análises pré-especificadas e exploratórias.

19. Quaisquer danos significativos ou efeitos indesejados em cada grupo.

Discussão:

20. As limitações do ensaio, abordando potenciais fontes de enviesamento, imprecisão e, se for caso disso, análises múltiplas.

21. Generalização dos resultados do ensaio.

22. Interpretação coerente com os resultados, equilibrando as vantagens e desvantagens e tendo em conta outros testes relevantes.

Outras informações:

23. Número de registo e nome do registo do ensaio.

24. Local onde pode ser consultado o protocolo completo do ensaio, se disponível.

25. Fontes de financiamento e outros apoios, papel dos financiadores.