



**Sucesso da pulpotomia coronária em dentes permanentes com pulpite irreversível
sintomática: revisão sistemática**

João Francisco de Jesus Gonçalves

Mestrado Integrado em Medicina Dentária
Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra

Orientador: Professor Doutor Manuel Marques Ferreira

Coorientadora: Prof.^a Doutora Siri Paulo

Coimbra, 2022

Sucesso da pulpotomia coronária em dentes permanentes com pulpíte irreversível sintomática: revisão sistemática

JF. Gonçalves^{1,2,*}, M. Ferreira^{2,3}, S. Paulo^{2,3}

¹ Aluno do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, 3000-075 Coimbra, Portugal

² Instituto de Endodontia, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, 3000-075 Coimbra, Portugal

³ Instituto de Investigação Clínica e Biomédica (iCBR), Centro para a Inovação em Biomedicina e Biotecnologia (CIBB), Centro Académico Clínico de Coimbra (CACC), Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, 3000-075 Coimbra, Portugal

* Correspondência por e-mail: joaofjg@gmail.com

Área de Medicina Dentária, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra
Av. Bissaya Barreto, Blocos de Celas
3000-075 Coimbra, Portugal
Tel.: +351 239 484 183
Fax: +351 239 402 910

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABELAS	4
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	5
ABSTRACT	6
RESUMO	7
INTRODUÇÃO	8
1. Pulpite irreversível e o seu diagnóstico	8
2. Correlação entre estágio histopatológico e clínico.....	9
3. Resistência à fratura	9
4. Pulpotomia coronária	10
4.1. <i>Protocolo</i>	11
4.2. <i>Biomateriais de recobrimento pulpar</i>	11
5. Critérios de sucesso.....	12
5.1. <i>Sucesso clínico</i>	13
5.2. <i>Sucesso radiográfico</i>	13
6. Fatores preditivos.....	13
OBJETIVOS	15
MATERIAIS E MÉTODOS	16
Estratégia de pesquisa e fontes bibliográficas	16
Processo de seleção	17
Extração e análise de dados.....	17
Avaliação da qualidade	18
RESULTADOS	19
Processo de seleção	19
Características dos estudos.....	20
Avaliação de qualidade dos estudos	23
Análise da taxa de sucesso da pulpotomia coronária	25
Análise da influência dos fatores preditivos na taxa de sucesso	26
DISCUSSÃO	29
CONCLUSÃO.....	33
AGRADECIMENTOS	34
REFERÊNCIAS	35
INFORMAÇÃO SUPLEMENTÁRIA	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da estratégia de pesquisa	19
---	----

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Chave de pesquisa utilizada na PubMed	16
Tabela 2 – Critérios de inclusão e exclusão	17
Tabela 3 – Lista de artigos incluídos	20
Tabela 4 – Características dos ensaios clínicos randomizados incluídos	21
Tabela 5 – Características dos estudos de coorte prospectivos incluídos	22
Tabela 6 – Fatores preditivos dos ensaios clínicos randomizados incluídos	22
Tabela 7 – Fatores preditivos dos estudos coorte prospectivos incluídos	23
Tabela 8 – Avaliação do risco de viés dos ensaios clínicos randomizados com a ferramenta RoB 2	24
Tabela 9 – Avaliação do risco de viés dos estudos de coorte prospectivos com a escala de Newcastle-Ottawa	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C: Taxa de sucesso clínica

CEM: Mistura enriquecida com cálcio

HC: Hidróxido de cálcio

MTA: Agregado de trióxido mineral

O: Sucesso geral

PCC: Pulpotomia completa

PCP: Pulpotomia parcial

PRF: Fibrina rica em plaquetas

R: Taxa de sucesso radiográfica

TENC: Tratamento endodôntico não cirúrgico

ABSTRACT

Introduction: Coronal pulpotomy is a vital pulp therapy traditionally used in deciduous and immature permanent teeth. The advent of new pulp capping biomaterials and the recent advances in pulp biology demonstrated that permanent mature teeth with symptomatic irreversible pulpitis can be effectively treated with coronal pulpotomy, as a more conservative approach to the nonsurgical root canal treatment. Determining predictive factors of success that can facilitate triage of cases that can be predictably treated with coronal pulpotomy will allow its full use in the contemporary, biologically minimally invasive, conservative and evidenced-based clinical practice of endodontics.

Objectives: Search the bibliography for articles related to the success rate of coronal pulpotomy in permanent teeth with symptomatic irreversible pulpitis and the influence of predictive factors in the success rate of coronal pulpotomy.

Materials and methods: The following review was conducted by following PRISMA guidelines and the PICO principle. Literature search was carried out independently by two authors in PubMed, EMBASE, Cochrane Library and Web of Science electronic databases. Studies investigating the success of coronal pulpotomy, complete and partial pulpotomies, in permanent teeth with signs and symptoms indicative of symptomatic irreversible pulpitis were included. Included studies were analyzed for risk-of-bias using RoB 2 and Newcastle-Ottawa scale risk-of-bias assessment tools.

Results: 12 articles were included in this review, of which seven were randomized controlled trials and the remainder were prospective cohort studies. At the follow-up periods of 12- and 24-months, the success rate of CP was higher than 85% while for PCP it was higher than 80%. Only three studies analyzed the success of coronal pulpotomy at follow-up periods of more than 24-months, of which two had low quality and high risk-of-bias, compromising the validity of the results. Predictive factors, such as age, stage of root development, time needed to achieve hemostasis, preoperative painful symptoms and pulp capping material were presented in tables and analyzed.

Conclusion: The results suggest high clinical and radiographic success for coronal pulpotomy in treating permanent teeth with symptomatic irreversible pulpitis. The reviewed predictive factors had no impact on the success rate of coronal pulpotomy. However, the included studies had high heterogeneity and most had moderate risk-of-bias. Therefore, more adequately designed studies with longer follow-up periods are needed.

Keywords: Symptomatic irreversible pulpitis; coronal pulpotomy; predictive factors.

RESUMO

Introdução: A pulpotomia coronária é uma terapêutica pulpar vital tradicionalmente preconizada no tratamento de dentes decíduos e dentes permanentes imaturos. O advento de novos biomateriais de recobrimento pulpar, avanços recentes do conhecimento de biologia pulpar e aumentada experimentação com esta terapêutica, demonstraram que dentes permanentes maduros com pulpite irreversível sintomática podem ser eficazmente tratados com a pulpotomia coronária, numa perspetiva mais conservadora do que a do tratamento endodôntico não-cirúrgico (TENC). A determinação de fatores preditivos de sucesso que auxiliem a triagem de casos passíveis de serem tratados, previsivelmente, com pulpotomia coronária, permitirá o seu pleno uso na prática clínica contemporânea de endodontia, biologicamente menos invasiva, conservadora e baseada na evidência.

Objetivos: Pesquisar na bibliografia artigos sobre a taxa de sucesso da pulpotomia coronária no tratamento de dentes permanentes com pulpite irreversível sintomática e a influência dos fatores preditivos na taxa de sucesso da pulpotomia coronária.

Materiais e métodos: A presente revisão foi elaborada de acordo com as diretrizes PRISMA e o princípio PICO. A pesquisa literária foi realizada de forma independente por dois autores nas bases de dados eletrónicas: PubMed, EMBASE, Cochrane Library e Web of Science. Foram incluídos apenas estudos que avaliassem o sucesso da pulpotomia coronária, completa (PCC) e parcial (PCP), no tratamento de dentes permanentes com sinais e sintomas indicativos de pulpite irreversível sintomática. Os estudos incluídos foram analisados com as ferramentas de avaliação de risco RoB 2 e a escala Newcastle-Ottawa.

Resultados: Foram incluídos nesta revisão sistemática 12 artigos, sete ensaios clínicos randomizados e cinco estudos de coorte prospetivos. Para os períodos de follow-up de 12 e 24 meses verificaram-se taxas de sucesso clínicas e radiográficas para a PCC superiores a 85% e superiores a 80% para a PCP. Apenas três estudos analisaram o sucesso da pulpotomia coronária em períodos de follow-up superiores a 24 meses, sendo que dois apresentavam baixa qualidade e elevado risco de viés, pelo que a validade destes resultados está comprometida. Os fatores preditivos, como a idade, estágio de desenvolvimento radicular, tempo para controlo hemostático, sintomatologia dolorosa e biomateriais de recobrimento pulpar foram apresentados em tabelas e analisados.

Conclusão: Os resultados sugerem elevado sucesso clínico e radiográfico da pulpotomia coronária no tratamento de dentes permanentes com pulpite irreversível sintomática. Os fatores preditivos avaliados não tiveram impacto no sucesso da pulpotomia coronária. Contudo, os estudos incluídos apresentam elevada heterogeneidade e a maioria apresenta risco de viés moderado, pelo que são necessários mais estudos com melhor qualidade e períodos de follow-up mais longos.

Palavras-chave: Pulpite irreversível sintomática; pulpotomia coronária; fatores preditivos.

INTRODUÇÃO

1. Pulpite irreversível e o seu diagnóstico

A pulpite é uma lesão inflamatória da polpa dentária decorrente, tipicamente, de invasão por microrganismos patogénicos através de exposição pulpar por lesão de cárie profunda (1) ou procedimentos restauradores profundos, resultando em inflamação pulpar. A inflamação pulpar surge como reação secundária à libertação de mediadores pró-inflamatórios, no seguimento de lesão tecidual por traumatismo físico, químico ou térmico e invasão por microrganismos, entre outras causas (2–6). A progressão da inflamação pulpar, por se tratar de tecido conjuntivo, ocorre de forma similar ao que acontece com outros tipos de tecido conjuntivo, passando por um estágio de tecido saudável, inflamado (pulpite) e terminando em necrose tecidual (necrose pulpar), com perda tecidual (7). A natureza progressiva e dinâmica da inflamação pulpar, caso esta não seja tratada, resulta em sinais e sintomas diferentes consoante o estágio da patologia (6,7). Para além disso, a reação e percepção algica varia entre indivíduos, como consequência do estado emocional e mecanismos de *coping* da dor (7), o que dificulta um diagnóstico preciso do estágio de pulpite.

Existem vários sistemas de classificação para as lesões pulpares, sendo a maioria baseada em achados histopatológicos, em vez de clínicos, o que nem sempre se correlaciona com o verdadeiro estado da polpa (5–8). Segundo a Associação Americana de Endodontistas a patologia pulpar pode ser classificada clinicamente em: polpa normal, assintomática ou respondendo de forma leve e transitória ao teste de sensibilidade com o frio; pulpite reversível, que após tratamento adequado, é capaz de reverter para um estágio normal; pulpite irreversível, sintomática ou assintomática, e necrose pulpar (8).

Considera-se, tradicionalmente, uma polpa irreversivelmente inflamada quando esta é incapaz de reverter para um estágio de polpa saudável. A pulpite irreversível pode ser classificada clinicamente como sintomática, apresentando como sintomas: dor espontânea, intermitente, irradiante, intensa e prolongada a estímulos dolorosos térmicos, persistindo durante vários minutos ou até horas após a remoção do estímulo doloroso, ou assintomática, quando esta não apresenta sintomatologia dolorosa e responde de forma normal aos testes de sensibilidade térmicos (7,8). Uma polpa irreversivelmente inflamada pode sofrer alterações dinâmicas durante o curso da inflamação, podendo alternar, num reduzido espaço de tempo, de um estágio crónico e assintomático a agudo e sintomático (7).

2. Correlação entre estágio histopatológico e clínico

A pulpíte irreversível resulta da progressão gradual de uma pulpíte reversível não tratada para um quadro inflamatório irreversível, que nem sempre está associado com alteração da sintomatologia dolorosa. Histologicamente observam-se áreas de coagulação ou necrose de liquefação na polpa coronária, colonizadas por bactérias e rodeadas por um intenso infiltrado inflamatório (9), frequentemente confinada a áreas próximas da exposição pulpar por lesão de cárie. A invasão bacteriana encontra-se inicialmente restrita a uma pequena porção da polpa coronária e limitada por uma intensa resposta inflamatória, verificando-se inflamação ligeira ou ausência de inflamação no restante tecido pulpar coronário e polpa radicular (3,9).

O diagnóstico clínico de pulpíte irreversível sintomática baseia-se na resposta aos testes pulpares de sensibilidade térmica, com o frio e o calor, que nem sempre se correlacionam com um estágio histopatológico de inflamação irreversível (5,6,9–16), nem a sua categorização como pulpíte irreversível determina o real potencial de reparação do tecido inflamado (17).

A incoerência entre o estado histopatológico de inflamação irreversível e o diagnóstico clínico de pulpíte irreversível é analisada em múltiplos estudos (9–15), havendo estudos que constatavam haver nenhuma ou pouca correlação entre a sintomatologia de pulpíte irreversível e os achados histológicos (11–13). Dois estudos recentes demonstraram existir boa correlação entre o diagnóstico pulpar e o estágio histopatológico (9,10), verificando-se, contudo, num dos estudos que existia uma correlação menor nos casos de pulpíte irreversível sintomática comparativamente com os de polpa saudável e pulpíte reversível (9). É, portanto, claro que os procedimentos atuais de diagnóstico são incapazes de identificar, de forma fidedigna, o estágio inflamatório pulpar o que, por sua vez, dificulta o planejamento do tratamento o qual depende, impreterivelmente, de um correto diagnóstico pulpar (5).

3. Resistência à fratura

A realização de procedimentos menos conservadores, como o tratamento tradicionalmente tipificado para dentes permanentes com pulpíte irreversível, nomeadamente o tratamento endodôntico não-cirúrgico (TENC), também designado por pulpectomia, está associado a uma elevada perda de estrutura dentária e, por conseguinte, uma redução na resistência do dente à fratura. A preparação cavitária e instrumentação radicular, bem como os procedimentos restauradores pré-operatórios e sucedâneos, requerem a remoção de uma quantidade significativa de estrutura dentária, que fragiliza de forma significativa o dente (18–20).

O uso soluções químicas de irrigação no desbridamento químico-mecânico, como o hipoclorito de sódio e quelantes, em concentrações elevadas e durante um período superior a 10 minutos, resulta na alteração da dentina, levando a redução do módulo de elasticidade e resistência à flexão, erosão e amolecimento da mesma (18,21,22). A configuração e extensão do acesso cavitário são fatores preponderantes na redução da resistência à fratura, sendo que preparações cavitárias méso-ocluso-distais com perda das cristas marginais são as que mais fragilizam o dente (18,23).

Dentes sujeitos a TENC experienciam fraturas radiculares verticais mais frequentemente que dentes não restaurados (24), atribuindo-se ao aumento das tensões com perda de estrutura (25). A resistência à flexão da dentina radicular em dentes sujeitos a TENC é quase 20% inferior à de dentes sem tratamento endodôntico. Outro fator que contribui para o aumento do risco de fraturas é o uso de materiais de obturação para preenchimento dos canais radiculares, distribuindo menos equitativamente as cargas, a que o dente está sujeito, quando comparado a um dente com tecido pulpar vital (26,27). A perda de tecido vital resulta, também, na ausência de mecanismos propriocetivos e de pressão que protegem o dente de forças excessivas, levando a menores taxas de sobrevivência (28,29).

A perda de estrutura dentária e alteração das propriedades viscoelásticas resultante do TENC, como a preparação cavitária, alargamento dos canais radiculares e uso prolongado de solução químicas de irrigação, bem como a remoção, na sua totalidade, do tecido pulpar vital, leva a perda da sensibilidade propriocetiva (18) e menor resistência à fratura, e, por conseguinte, pior prognóstico mecânico do que dentes vitais ou sujeitos a tratamentos pulpares mais conservadores como a pulpotomia (20).

4. Pulpotomia coronária

A pulpotomia coronária, terapêutica pulpar vital, é definida, segundo a declaração de posição quanto ao tratamento de cáries profundas e polpas expostas pela Sociedade Europeia de Endodontia, como a remoção completa, ou parcial, da polpa coronária, seguida de aplicação direta de um biomaterial sobre o tecido pulpar remanescente, no caso da pulpotomia coronária parcial (PCP), ou tecido pulpar ao nível dos orifícios dos canais radiculares, quando se trata de uma pulpotomia coronária completa (PCC), antes da colocação da restauração definitiva (17). A pulpotomia pode ser classificada em PCC, quando é removida por completo a polpa coronária, e em PCP, quando é removida apenas uma porção da polpa coronária.

A preservação de polpa vital e saudável, prevenindo o desenvolvimento de periodontite apical, no âmbito de uma terapia biologicamente minimamente invasiva e conservadora é um tema essencial na prática clínica contemporânea de endodontia (17,30).

A terapêutica pulpar vital, nomeadamente a pulpotomia coronária, tem sido utilizada de forma eficaz no tratamento de dentes permanentes com pulpites irreversíveis parciais, cuja inflamação se encontra limitada à polpa coronária e próxima da lesão de cárie (17,31,32).

Graças ao avanço do conhecimento sobre a biologia da polpa e desenvolvimento de novos biomateriais, a pulpotomia coronária tem emergido como tratamento alternativo ao TENC, em dentes permanentes com pulpite irreversível sintomática (16,29,33,34), por ser um tratamento mais conservador, rápido, tecnicamente mais simples e mais económico, minorando algumas das desvantagens do TENC, como a redução significativa de estrutura dentária, e aumentado risco de fratura, inflamação periapical residual e perda de vitalidade. A manutenção da vitalidade é especialmente importante por preservar a inervação, vascularização, as propriedades neuro-sensoriais e propriocetivas do dente (31,33–35), o potencial regenerativo e de desenvolvimento da polpa e os mecanismos de defesa, como a resposta biológica imune e a dentinogénese terciária (16,17,30).

4.1. Protocolo

Dependendo do tipo de pulpotomia coronária, PCC ou PCP, será removido mais ou menos tecido pulpar coronário. A PCC consiste na remoção de toda a polpa coronária, com remoção de tecido pulpar até aos orifícios de entrada dos canais radiculares (17). A PCP implica a amputação de apenas parte do tecido pulpar coronário e dentina infetada, limitada à área pulpar exposta por lesão de cárie, a uma profundidade habitual de 2 a 3 mm (36).

A realização da pulpotomia coronária, independentemente do tipo, deverá ser realizada sob isolamento absoluto, com dique de borracha, e a remoção, na totalidade, da lesão de cárie deverá ser feita com auxílio de microscópio cirúrgico. Após a remoção da lesão de cárie, o tecido inflamado é normalmente removido com instrumentos manuais afiados e brocas carbide ou diamantadas esterilizadas, montadas em contra-ângulo e com irrigação abundante (16,17). A desinfeção e controlo hemostático obtêm-se com bolas de algodão embebidas em hipoclorito de sódio (0,5 a 5%), clorexidina (0,2 a 2%) ou solução salina (37).

4.2. Biomateriais de recobrimento pulpar

O desenvolvimento de novos materiais bioativos, com melhoria da biocompatibilidade, que eficazmente protegem a polpa vital têm contribuído significativamente para a elevada eficácia da pulpotomia coronária (38).

O hidróxido de cálcio (HC) foi um dos primeiros biomateriais a ser usado em pulpotomias por estimular a dentinogênese terciária, graças à sua alta alcalinidade. Presentemente, o HC é um biomaterial que está em desuso pelo seu efeito cauterizador nos tecidos pulpare e formação de ponte dentinária de pobre qualidade (39). O agregado de trióxidos minerais (MTA) é atualmente o material mais utilizado nas terapêuticas pulpare vitais (40). Estudos *in vivo* e *in vitro* reportam excelentes propriedades físico-químicas e biológicas do MTA, sendo essas a boa capacidade de selagem, indução e proliferação celular, atividade antibacteriana, devendo-se à sua elevada alcalinidade, e excelente biocompatibilidade (41,42). Resultados histológicos demonstram que o MTA provoca menor inflamação e necrose pulpar e produz uma ponte dentinária de melhor qualidade do que a produzida pelo HC. Em contrapartida, o MTA descolora o dente, apresenta um tempo de presa longo, é dispendioso e de difícil manuseamento (43,44).

Outros biomateriais têm sido desenvolvidos numa tentativa de colmatar as falhas dos biomateriais anteriormente mencionados, como a Biodentine (Septodont; Saint-Maur-des-Fossés, França), mistura enriquecida de cálcio (CEM; Bionique Dent, Teerão, Irão) e fibrina enriquecida com plaquetas (PRF). A Biodentine, comparativamente com o MTA, apresenta melhores propriedades mecânicas, melhor estabilidade de cor e menor tempo de presa. Apesar da sua reconhecida eficácia clínica nas proteções pulpare, não é atualmente o material mais usado na prática clínica (45).

Estes biomateriais têm sido objeto de análise em estudos recentes e comparados entre si de forma a identificar o biomaterial de recobrimento pulpar que melhor contribui para o sucesso da pulpotomia coronária.

5. Critérios de sucesso

De modo geral o sucesso da pulpotomia coronária é categorizada de forma binária em sucesso e insucesso, mas os critérios utilizados, e os períodos de follow-up, variam significativamente entre estudos (33), contribuindo para a variabilidade de resultados e heterogeneidade dos estudos.

A pulpotomia coronária é considerada como bem sucedida quando se verifica sucesso clínico e sucesso radiográfico, avaliados de forma independente e em períodos sucessivos de follow-up, sem haver a necessidade de realização de TENC. O sucesso geral (O), designação atribuída em alguns estudos, refere-se à combinação dos dois sucessos, clínico e radiográfico (46).

5.1. Sucesso clínico

Sucesso clínico é descrito, de forma relativamente unânime, como a ausência de sinais clínicos (edema e fístula) e de sintomatologia dolorosa (dor espontânea e à percussão e/ou palpação) (46–49).

5.2. Sucesso radiográfico

A avaliação radiográfica é feita de modo a avaliar possíveis alterações e evolução do estado periapical do dente entre diferentes momentos sucedâneos (33). Os critérios indicativos de sucesso radiográfico são a resolução ou redução no tamanho da lesão periapical radiográfica existente e ausência de lesão radiográfica sugestiva de periodontite apical (alargamento do ligamento periapical e rarefação óssea periapical), após a realização da pulpotomia coronária (48).

6. Fatores preditivos

A obtenção de um diagnóstico provisório inicial do estado da polpa, através de uma avaliação meticulosa que deverá incluir a progressão e caracterização da sintomatologia dolorosa, suplementada com métodos complementares de diagnóstico, como o exame clínico e radiográfico, é essencial para a triagem dos casos passíveis de serem tratados com pulpotomia coronária.

As principais técnicas atuais de diagnóstico clínico de pulpíte irreversível sintomática assentam na resposta dolorosa a estímulos térmicos, como o calor e frio, métodos diagnósticos subjetivos, relativamente simplistas (17) e que não podem ser usados de forma fiável como critérios para determinar o estado histopatológico da polpa (16,38). Considerando as limitações das atuais técnicas de diagnóstico clínicas do estado da polpa, é importante considerar outros fatores pré- e peroperatórios que poderão auxiliar o médico dentista na determinação do estado de saúde do tecido pulpar remanescente, permitindo, deste modo, melhor triar os casos de pulpites irreversíveis sintomáticas a serem tratados com pulpotomia coronária e que mais provavelmente resultarão em sucesso.

A idade é sugerida como um importante fator preditivo de sucesso da pulpotomia coronária (50). Segundo Takahashi K *et al.* (50), a polpa de doentes mais idosos, por ser mais fibrosa e ter menor conteúdo de células estaminais, apresenta uma capacidade de resistência à inflamação inferior à das polpas de doentes jovens, que apresentam polpas mais vascularizadas e mecanismos de defesa mais capazes de lidar com infeções bacterianas, para além disso, estão associadas a maior potencial regenerativo que polpas mais envelhecidas (51).

O TENC é desaconselhado no tratamento de dentes permanentes imaturos com tecido pulpar radicular vital por este tratamento remover irremediavelmente o tecido pulpar radicular remanescente vital, necessário para o desenvolvimento radicular e apexogénese. A pulpotomia coronária é especialmente importante em casos de dentes permanentes imaturos e é universalmente aceite como o tratamento de eleição nestes casos (52), por ser demonstrativamente capaz de estimular eficazmente o desenvolvimento radicular (53–55). Para além disso, dentes permanentes imaturos apresentam elevado potencial de regeneração. O tipo de biomaterial de recobrimento pulpar utilizado e o tipo de pulpotomia coronária poderão influenciar diferentemente o sucesso da terapêutica pulpar vital de dentes permanentes imaturos (52,55). Por estes motivos, o estágio de desenvolvimento radicular foi considerado nesta revisão sistemática como um fator preditivo de sucesso.

O tempo para controlo hemostático, após remoção do tecido pulpar infetado durante a pulpotomia coronária, tem sido reportado por alguns autores (34,37,47) como um fator preponderante no sucesso da pulpotomia coronária. Aguilar *et al.* (37) constata que tempos superiores a 10 minutos indicam que a inflamação pulpar progrediu para os canais radiculares, mas este limite tem sido questionado por revisões recentes (49).

O último, e não menos importante, fator preditivo de sucesso a avaliar é a sintomatologia dolorosa pré-operatória. Tratando-se de um dos sinais cardinais de inflamação, a intensidade e severidade da dor, avaliada por via de questionários pré-operatórios, poderá indicar a severidade e extensão da inflamação do tecido pulpar coronária e, desse modo, predizer o sucesso da pulpotomia coronária ou contraindicar o tratamento.

OBJETIVOS

Pesquisar na literatura qual a taxa de sucesso da pulpotomia coronária no tratamento de dentes permanentes com pulpíte irreversível sintomática, como objetivo primário, e, como objetivo secundário, avaliar a influência dos fatores preditivos na taxa de sucesso da pulpotomia no tratamento de dentes com pulpíte irreversível sintomática.

MATERIAIS E MÉTODOS

Esta revisão sistemática foi elaborada de acordo com as diretrizes PRISMA (<https://prisma-statement.org//PRISMAstatement/checklist.aspx>, sítio consultado em maio de 2022) e o princípio PICO para responder às seguintes questões clínicas: Qual é a taxa de sucesso da pulpotomia coronária no tratamento de dentes permanentes com sinais e sintomas indicativos de pulpite irreversível, com exposição pulpar por lesão de cárie, e quais são os fatores preditivos de sucesso da pulpotomia coronária como tratamento de dentes permanentes com sinais e sintomas indicativos de pulpite irreversível sintomática?

A pergunta PICO foi delineada da seguinte forma:

P (população) – dentes com lesões de cárie e sinais e sintomas indicativos de pulpite irreversível;

I (intervenção) - pulpotomia coronária (pulpotomia total e parcial);

C (comparação) – fatores preditivos (idade, estágio de desenvolvimento radicular, tempo para controlo hemostático e sintomatologia dolorosa pré-operatória);

O (desfecho) – taxa de sucesso do tratamento (com base em critérios clínicos e radiográficos).

Estratégia de pesquisa e fontes bibliográficas

A pesquisa literária foi realizada nas bases de dados eletrônicas PubMed, EMBASE, Web of Science e Cochrane Library, usando uma chave de pesquisa elaborada para ser usada na PubMed e adaptada para as restantes bases de dados eletrônicas (Tabela 1). A pesquisa foi realizada sem restrições linguísticas e limitada a artigos publicados até março de 2022. Realizou-se uma pesquisa manual no Google Scholar de modo a pesquisar literatura “cinzenta” e identificar artigos não indexados nas bases de dados anteriormente mencionadas. Foi também pesquisada a lista de referências dos artigos selecionados.

Tabela 1 – Chave de pesquisa utilizada na PubMed.

((pulpotomy[TIAB] OR "pulpotomy"[MH]) AND ("irreversible pulpitis"[TIAB] OR irreversible[TIAB]) AND (pulp*[TIAB] OR pulpitis[TIAB] OR "pulpitis"[MH])) NOT (pulpectomy[TIAB] OR "pulpectomy"[MH] OR apexification[TIAB] OR "apexification"[MH] OR apexogenesis[TIAB] OR capping[TIAB] OR "dental pulp capping"[MH] OR injuries[SH] OR injuries[TIAB] OR trauma[TIAB] OR "wounds and injuries"[MH] OR (wounds[TIAB] AND injuries[TIAB]) OR "wounds and injuries"[TIAB])
--

[MH]: Termos MeSH; [TIAB]: Título e *abstract*; [SH]: Subtítulo.

Processo de seleção

O processo de seleção foi feito com base nos critérios de inclusão e exclusão listados na tabela abaixo (Tabela 2).

Tabela 2 – Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
<ul style="list-style-type: none">• Estudos de coorte prospectivos ou ensaios clínicos randomizados, realizados em humanos e em meio hospitalar ou em centros de prestação de cuidados primários;• Dentes permanentes vitais com lesão de cárie e com sinais e sintomas clínicos e radiográficos de pulpíte irreversível sintomática;• Pulpotomia coronária (completa e parcial);• Estudos que avaliavam o sucesso da pulpotomia no seguimento de um follow-up com observação clínica e radiográfica;• Estudos que reportavam as taxas de sucesso clínica e radiográfica, ou o sucesso geral, num período de follow-up de pelo menos 12 meses;• Estudos que avaliavam fatores preditivos.	<ul style="list-style-type: none">• Estudos em animais ou histológicos;• Séries de casos, revisões narrativas ou sistemáticas;• Artigos indisponíveis, duplicados ou retraídos;• Tratamento interventivo que não a pulpotomia coronária;• Dentes decíduos;• Estádio de desenvolvimento dentário ou radicular não especificado;• Pulpites irreversíveis assintomáticas, pulpites reversíveis, necroses pulpare, patologia pulpar não especificada ou de origem traumática;• Sem follow-up ou inferior a 12 meses e sem avaliação clínica e radiográfica;• Estudos que não referiam fatores preditivos.

Extração e análise de dados

A seleção dos artigos foi realizada com o software Mendeley® (Elsevier Inc., Nova Iorque, EUA), de forma independente por dois autores (J.F.G. e S.P.). Foi feito num primeiro momento a remoção dos artigos duplicados, seguido da exclusão dos artigos com base na leitura dos títulos e *abstracts*. Os textos completos, quando disponíveis, dos artigos com relevância para o tema foram integralmente lidos e selecionados com base nos critérios de inclusão e exclusão (Tabela 2). Os dados pertinentes à presente revisão foram extraídos e compilados numa folha de Excel® (Microsoft, Redmond, EUA).

A taxa de sucesso, objetivo primário desta revisão sistemática, foi calculada a partir da divisão do número de intervenções consideradas bem-sucedidas pelo número total de casos

intervencionados. A taxa de controlo foi calculada com base no número de doentes no momento da intervenção e doentes disponíveis nos respetivos períodos de follow-up sucedâneos. Não foi possível a análise estatística dos resultados, devendo-se à heterogeneidade dos estudos incluídos, optando-se pela análise qualitativa dos dados.

Avaliação da qualidade

O risco de viés foi avaliado de forma independente por dois autores (J.F.G. e S.P.) recorrendo a duas ferramentas de avaliação de qualidade. Os ensaios clínicos randomizados foram avaliados com a ferramenta RoB 2 (<https://www.riskofbias.info/welcome/rob-2-0-tool>, sítio consultado em maio de 2022). Foi aplicada a escala de Newcastle-Ottawa (http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp, sítio consultado em maio de 2022) para avaliar os estudos de coorte prospetivos. Os estudos incluídos foram classificados de acordo com o seu nível de evidência, como definido pelas recomendações da Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (<https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/oxford-centre-for-evidence-based-medicine-levels-of-evidence-march-2009>, sítio consultado em maio de 2022).

RESULTADOS

Processo de seleção

O processo de seleção dos artigos encontra-se delineado abaixo (Figura 1). A pesquisa das bases de dados eletrónicas resultou num total de 221 registos. Após remoção de 92 artigos duplicados, foram lidos 129 títulos e *abstracts*, tendo sido excluídos 59 artigos por não terem relevância para a revisão. Decorrente do processo de seleção e elegibilidade, foram incluídos nesta revisão sistemática 12 artigos (Tabela 3), sete ensaios clínicos randomizados (56–62) e cinco estudos de coorte prospetivos (63–67).

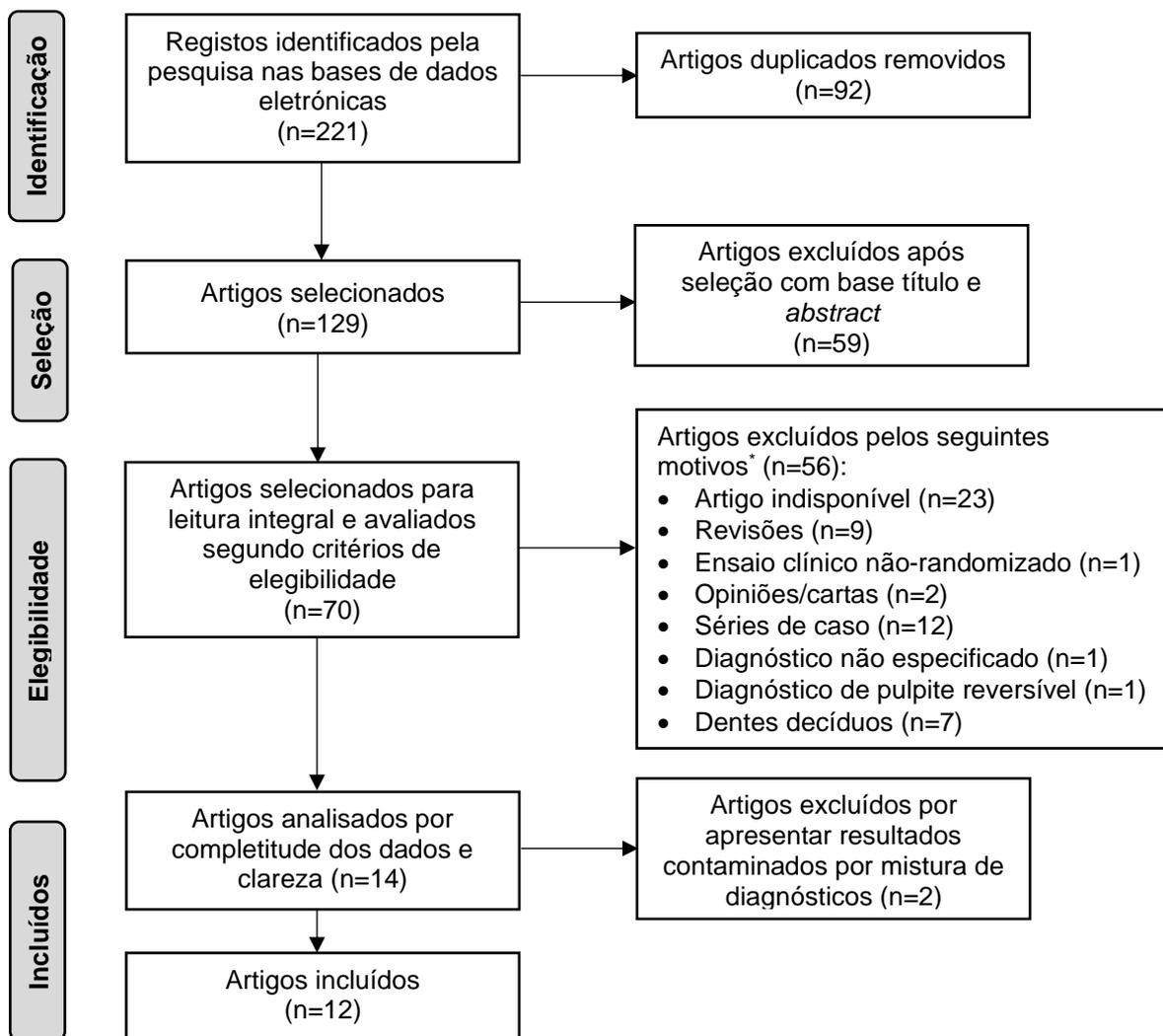


Figura 1 – Fluxograma da estratégia de pesquisa.

*Alguns estudos foram excluídos por mais do que um motivo.

Tabela 3 – Lista de artigos incluídos.

Autor, ano	Jornal	Título do artigo	Tipo de estudo
Asgary et al. 2013 (56)	Acta Odontol Scand	Treatment outcomes of pulpotomy in permanent molars with irreversible pulpitis using biomaterials: a multi-center randomized controlled trial	Ensaio clínico randomizado
Asgary et al. 2013 (57)	Clin Oral Investig	One-year results of vital pulp therapy in permanent molars with irreversible pulpitis: an ongoing multicenter, randomized, non-inferiority clinical trial	Ensaio clínico randomizado
Asgary et al. 2014 (58)	Clin Oral Investig	Two-year results of vital pulp therapy in permanent molars with irreversible pulpitis: an ongoing multicenter randomized clinical trial	Ensaio clínico randomizado
Asgary et al. 2015 (59)	Clin Oral Investig	Five-year results of vital pulp therapy in permanent molars with irreversible pulpitis: a non-inferiority multicenter randomized clinical trial	Ensaio clínico randomizado
Kumar et al. 2016 (60)	Contemp Clin Dent	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	Ensaio clínico randomizado
Taha et al. 2017 (61)	J Endod	Partial Pulpotomy in Mature Permanent Teeth with Clinical Signs Indicative of Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial	Ensaio clínico randomizado
Uesrichai et al. 2019 (62)	Int Endod J	Partial pulpotomy with two bioactive cements in permanent teeth of 6- to 18-year-old patients with signs and symptoms indicative of irreversible pulpitis: a noninferiority randomized controlled trial	Ensaio clínico randomizado
Qudeimat et al. 2017 (63)	Int Endod J	Mineral trioxide aggregate pulpotomy for permanent molars with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: a preliminary study	Estudo de coorte prospetivo
Taha et al. 2018 (64)	Int Endod J	Outcome of full pulpotomy using Biodentine in adult patients with symptoms indicative of irreversible pulpitis	Estudo de coorte prospetivo
Taha et al. 2018 (65)	J Endod	Full pulpotomy with Biodentine in Symptomatic Young Permanent Teeth with Carious Exposure	Estudo de coorte prospetivo
Sharaan et al. 2019 (66)	Endo EPT	Could mineral trioxide aggregate pulpotomy replace root canal treatment in children and adolescents?	Estudo de coorte prospetivo
Anta et al. 2022 (67)	J Endod	Evaluation of Complete Pulpotomy With Biodentine on Mature Permanent Molars With Signs and Symptoms of Symptomatic Irreversible Pulpitis: 12-months Follow-up	Estudo de coorte prospetivo

Características dos estudos

As características dos estudos incluídos encontram-se listadas nas seguintes tabelas (Tabelas 4-7).

Todos os estudos tinham como população molares permanentes com sinais e sintomas indicativos de pulpíte irreversível sintomática com exposição pulpar por lesão de cárie

profunda. Dos estudos incluídos, dois (36,61) avaliavam a taxa de sucesso da PCP e os restantes estudos avaliavam a da PCC. Os estudos incluídos tinham como métodos interventivos a pulpotomia coronária e como métodos comparativos o TENC (57–59) ou pulpotomia coronária, com biomateriais de recobrimento pulpar diferentes dos utilizados pelo grupo de intervenção. Quatro estudos (62,63,65,66) incluíam na amostra dentes permanentes maduros e imaturos, por forma a avaliar a influência do estágio de desenvolvimento na taxa de sucesso da pulpotomia coronária. Os fatores preditivos avaliados, listados abaixo (Tabelas 6 e 7), incluíam a idade, indicando-se a média sempre que reportada pelos autores, o estágio de desenvolvimento radicular (62,63,65,66), tempo para controlo hemostático (61–67) e sintomatologia dolorosa pré-operatória (56,60,64,65,67).

Tabela 4 – Características dos ensaios clínicos randomizados incluídos.

Autor, ano	Braço(s) do ensaio	Número de intervenções (n)	Taxa de sucesso a 12 meses (%)	Taxa de sucesso a 24 meses (%)	Taxa de sucesso >24meses (%)	Taxa de controlo (%)
Asgary et al. 2013 (56)	PCC MTA	208	C:98,3 R:95,0	-	-	83,7
	PCC CEM	205	C:97,6 R:92,8	-	-	
Asgary et al. 2013 (57)	PCC CEM	205	C:97,6 R:92,2	-	-	84,0
	TENC	202	C:98,3 R:70,3	-	-	
Asgary et al. 2014 (58)	PCC CEM	205	-	C:98,2 R:86,1	-	81,6
	TENC	202	-	C:98,2 R:79,5	-	
Asgary et al. 2015 (59)	PCC CEM	205	-	-	O:78,1	66,6
	TENC	202	-	-	O:75,3	
Kumar et al. 2016 (60)	PCC HC	18	C:81,2 R:46,1	-	-	75,9
	PCC MTA	19	C:83,3 R:53,3	-	-	
	PCC PRF	17	C:92,8 R:38,4	-	-	
Taha et al. 2017 (61)	PCP MTA	27	O:83	O:85	-	98,1
	PCP HC	23	O:55	O:43	-	
Uesrichai et al. 2019 (62)	PCP Biodentine	30	-	-	C:87 R:97	100
	PCP MTA	37	-	-	C:92 R:95	

PCC: Pulpotomia completa; PCP: Pulpotomia parcial; TENC: Tratamento endodôntico não cirúrgico; C: Taxa de sucesso clínica; R: Taxa de sucesso radiográfica; O: Taxa de sucesso geral; CEM: Mistura enriquecida com cálcio; HC: Hidróxido de cálcio; MTA: Agregado de trióxido mineral; PRF: Fibrina rica em plaquetas.

Tabela 5 – Características dos estudos de coorte prospectivos incluídos.

Autor, ano	Braço(s) do ensaio	Número de intervenções (n)	Taxa de sucesso a 12 meses (%)	Taxa de sucesso a 24 meses (%)	Taxa de sucesso >24meses (%)	Taxa de controlo (%)
Qudeimat et al. 2017* (63)	PCC MTA	21	-	-	O:100	100
Taha et al. 2018 (64)	PCC Biodentine	64	C:100 R:98,4	-	-	93,7
Taha et al. 2018 (65)	PCC Biodentine	20	C:100 R:95	-	-	100
Sharaan et al. 2019* (66)	PCC MTA	12	C:91,7 R:100	-	-	94,7
Anta et al. 2022 (67)	PCC Biodentine	66	C:94,2 R:86,5	-	-	78,8

PCC: Pulpotomia completa; PCP: Pulpotomia parcial; C: Taxa de sucesso clínica; R: Taxa de sucesso radiográfica; O: Taxa de sucesso geral; * Removidos casos diagnosticados com pulpite irreversível assintomática.

Tabela 6 – Fatores preditivos dos ensaios clínicos randomizados incluídos.

Autor, ano	Média de idades (anos)	Estádio de desenvolvimento radicular	Tempo para controlo hemostático (min)	Sintomatologia dolorosa pré-operatória (score de 0 a 10)
Asgary et al. 2013* (56)	9-65	-	-	Score de 4-6 para dor moderada (48,7%) e score de 7-9 para dor severa (13,1%)
Asgary et al. 2013 (57)	9-65	-	-	-
Asgary et al. 2014 (58)	9-65	-	-	-
Asgary et al. 2015 (59)	9-65	-	-	-
Kumar et al. 2016 (60)	14-32	-	-	Score de 6 para dor moderada (100%)
Taha et al. 2017 (61)	20-52	-	Até 6	-
Uesrichai et al. 2019 (62)	6,4-16,9	Ápice aberto/fechado	Até 10	-

* Escala numérica de intensidade da dor de 0-9.

Tabela 7 – Fatores preditivos dos estudos coorte prospetivos incluídos.

Autor, ano	Média de idades (anos)	Estádio de desenvolvimento radicular	Tempo para controlo hemostático (min)	Sintomatologia dolorosa pré-operatória (score de 0 a 10)
Qudeimat et al. 2017 (63)	7,6-13,6	Ápice aberto/fechado	5-25	-
Taha et al. 2018 (64)	19-69	-	2-6	Score de 10 para dor severa espontânea (41%) e de 9-10 para dor prolongada severa (59%)
Taha et al. 2018 (65)	9–17	Raiz madura/imatura	4	Score de 9-10 para dor severa espontânea (25%)
Sharaan et al. 2019 (66)	8-13	Raiz madura/imatura	1-10	-
Anta et al. 2022 (67)	20-47	-	Até 5	Dor espontânea moderada (33.3%) e severa (66.7%)

Avaliação de qualidade dos estudos

A ferramenta de avaliação do risco de viés RoB 2 (Tabela 8) foi aplicada aos sete ensaios clínicos randomizados (56–62). Com base nas diretrizes da ferramenta RoB 2, determinou-se que um (61), dos ensaios clínicos randomizados incluídos, apresentava um baixo risco de viés, seis apresentavam um risco de viés moderado (56–59,61,62) e um apresentava elevado risco de viés (60). Vários estudos apresentavam parâmetros classificados como “incertos”, por se verificar: que o operador não é cego, como consequência da diferença entre intervenções (57–59) ou técnicas diferentes na preparação ou método de aplicação dos biomateriais de recobrimento pulpar usados (56,60); que houve perdas significativas (acima de 20%) de casos nos períodos de follow-up (59,60) e que não é explicitado o número de casos excluídos por necrose ou por não ter sido possível o controlo hemostático durante a intervenção (56–59). O único estudo avaliado como tendo elevado risco de viés (60), foi assim classificado pela forma como avaliou o sucesso radiográfico, não havendo calibração prévia dos observadores ou explicação quanto ao nível de envolvimento e qualificações dos observadores envolvidos no processo de avaliação das radiografias.

O risco de viés dos cinco estudos de coorte prospetivos (63–67), incluídos nesta revisão sistemática, foi avaliado de acordo com a escala de Newcastle-Ottawa (Tabela 9). Um estudo de coorte prospetivo obteve um score de quatro (63), três estudos obtiveram um score de cinco (65–67) e um estudo obteve um score de seis (64), de um score máximo possível de nove estrelas. Três estudos (63,65,66) não apresentavam coortes expostas representativas,

por apresentarem um intervalo de idades limitado a apenas doentes jovens, não recebendo, por conseguinte, um score positivo no item referente à representatividade da coorte exposta. Nenhum dos estudos incluídos incluiu uma coorte não exposta, pelo que nenhum obteve um score positivo no domínio da comparabilidade. Quanto ao domínio do desfecho, um dos estudos (63) não especificava com exatidão o período de follow-up, apresentado, em vez disso, um intervalo, pelo que não foi avaliado positivamente no item respetivo e um outro estudo (67) apresentava uma taxa de controlo inadequada, correspondente a uma perda superior a 20% dos casos intervencionados, pelo que não recebeu pontuação positiva no item correspondente à adequação do período de follow-up. Com base nas diretrizes da ferramenta, em que estudos com pontuações inferiores a cinco eram considerados de baixa qualidade, entre cinco e seis, eram considerados de qualidade razoável e superior a seis de alta qualidade, quatro estudos de coorte prospetivos (64–67) foram classificados como tendo qualidade razoável e um estudo (63) como tendo baixa qualidade.

A maioria dos estudos avaliados apresentavam um nível de evidência de 1b, com exceção de três estudos (59,60,67) que foram classificados de nível de evidência de 2b, por apresentarem uma taxa de controlo inferior a 80%.

Tabela 8 – Avaliação de risco de viés dos ensaios clínicos randomizados com a ferramenta RoB 2.

Autor, Ano	Asgary et al. 2013 (56)	Asgary et al. 2013 (57)	Asgary et al. 2014 (58)	Asgary et al. 2015 (59)	Kumar et al. 2016 (60)	Taha et al. 2017 (61)	Uesrichai et al. 2019 (62)
1. Viés no processo de randomização	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
2. Desvios da intervenção pretendida	Baixo	Incerto	Incerto	Incerto	Incerto	Baixo	Incerto
3. Viés por falta de dados	Incerto	Incerto	Incerto	Incerto	Incerto	Baixo	Baixo
4. Viés na avaliação dos desfechos	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Alto	Baixo	Baixo
5. Viés no relato dos desfechos	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Nível de risco de viés	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Alto	Baixo	Moderado

■ Baixo risco viés; ■ Risco de viés incerto; ■ Alto risco de viés.

Tabela 9 – Avaliação de risco de viés dos estudos de coorte prospetivos com a escala de Newcastle-Ottawa.

Domínios de viés		Autor, Ano	Qudeimat et al. 2017 (63)	Taha et al. 2018 (64)	Taha et al. 2018 (65)	Sharaan et al. 2019 (66)	Anta et al. 2022 (67)
Seleção	1. Representatividade da coorte exposta		—	★	—	—	★
	2. Seleção da coorte não exposta		—	—	—	—	—
	3. Determinação da exposição		★	★	★	★	★
	4. Demonstração que desfecho não estava presente no início do estudo		★	★	★	★	★
Comparabilidade	1. Fator principal		—	—	—	—	—
	2. Fator adicional		—	—	—	—	—
Desfecho	1. Avaliação do desfecho		★	★	★	★	★
	2. O follow-up foi longo o suficiente para permitir que o resultado acontecesse		—	★	★	★	★
	3. Adequação do follow-up das coortes		★	★	★	★	—
Score total			4	6	5	5	5

■ Estudo de boa qualidade (mais que 6 estrelas); ■ Estudo de qualidade razoável (5 ou 6 estrelas); ■ Estudo de baixa qualidade (menos que 5 estrelas).

Análise da taxa de sucesso da pulpotomia coronária

Todos os estudos incluídos avaliavam molares permanentes com exposição pulpar por lesão de cárie e sinais e sintomas indicativos de pulpíte irreversível. As taxas de sucesso da pulpotomia coronária foram calculadas com base no número de casos de sucesso e número total de casos presentes no período de follow-up avaliado, tendo esse no mínimo 12 meses. Os períodos de follow-up variavam significativamente entre estudos, sendo reportado o sucesso para períodos de follow-up de 12 meses (56,57,60,61,64–67), 24 meses (58,61) e períodos superiores a 24 meses (59,62,63) (Tabelas 4 e 5). Todos os estudos reportaram de forma separada as taxas de sucesso clínica e radiográfica, com exceção de três estudos (59,61,63) que reportaram, em vez, o sucesso geral (combinação do sucesso clínico e radiográfico).

No período de follow-up de 12 meses, foram reportadas elevadas taxas de sucesso clínicas (91,6 a 100%) e radiográficas (86,5 a 100%) para a PCC. Um estudo (61) reportou taxas de sucesso gerais da PCP, para o mesmo período de follow-up de 12 meses, de apenas 55%, realizada com HC (Dycal; Dentsply Caulk, Milford, EUA), e de 83%, para a PCP realizada com MTA branco (ProRoot; Dentsply, Ballaigues, França). Foram reportadas num estudo (60), com elevado risco de viés, taxas de sucesso radiográficas da PCC significativamente inferiores (38,4 a 53,3%) aos restantes estudos.

No período de follow-up de 24 meses, foi reportada, num estudo (58), uma taxa de sucesso clínica de 98,2% e radiográfica de 86,1% para a PCC, com CEM (Bionique Dent; Teerão, Irão) como biomaterial de recobrimento pulpar. A PCP foi reportada, num estudo (61), como tendo taxas de sucesso gerais de 43%, para a PCP realizada com HC, e de 85%, para a PCP realizada com MTA.

Para períodos de follow-up superiores a 24 meses, dois estudos reportaram taxas de sucesso gerais da PCC de 78,1% (59), realizada com CEM, e de 100% (63), realizada com MTA branco e cinzento. Ambos os estudos apresentam deficiências na qualidade, dado que um (59) apresenta uma taxa de controlo reduzida (66,6%) e o outro estudo (59) apresenta qualidade baixa, com base na classificação pela escala de Newcastle-Ottawa (Tabela 9). A taxa de sucesso da PCP, para o mesmo período de follow-up, foi avaliada num estudo (62), tendo sido reportada uma taxa de sucesso clínica e radiográfica para a PCP realizada com Biodentine (Septodont; Saint-Maur-des-Fossés, França) de 87% e 97%, respetivamente, e taxas de sucesso de 92% e 95% para a PCP que utilizou MTA como biomaterial de recobrimento pulpar.

Apesar de estar fora do âmbito desta revisão, o TENC foi comparado com a PCC com CEM (Bionique Dent; Teerão, Irão) em três estudos (57–59), verificando-se taxas de sucesso clínicas comparáveis entre o TENC e a PCC com CEM, nos períodos de follow-up de 12, 24 e mais de 24 meses, e uma taxa de sucesso radiográfica superior para a PCC CEM, estatisticamente significativa no período de follow-up de 12 meses e sem diferença nos restantes períodos.

Análise da influência dos fatores preditivos na taxa de sucesso

Os fatores preditivos, listados nas tabelas acima (Tabelas 6 e 7), como a idade, estágio de desenvolvimento radicular, tempo para controlo hemostático e sintomatologia dolorosa pré-operatória, bem como o tipo de biomaterial de recobrimento pulpar utilizado, foram analisados

nesta revisão sistemática, de modo a determinar o impacto que estes poderão ter no sucesso da pulpotomia coronária.

Quatro estudos (56,60–62), com mais do que um braço de ensaio, compararam diferentes biomateriais de recobrimento pulpar. Os biomateriais de recobrimento pulpar avaliados incluíram o ProRoot MTA branco e cinzento (ProRoot; Dentsply, Ballaigues, França), CH (Dycal; Dentsply Caulk, Milford, EUA) (60,61) CEM (Bionique Dent; Teerão, Irão) (56), PRF (60) e Biodentine (Septodont; Saint-Maur-des-Fossés, França) (62). Apenas um estudo (61) comparou exclusivamente o MTA com o HC, constatado que o MTA era superior ao HC, de forma estatisticamente significativa, nos períodos de follow-up avaliados de 12 e 24 meses. A Biodentine foi comparada com o MTA num dos estudos incluídos (62), sendo considerada não inferior ao MTA e que descolorava menos. Os restantes estudos (56,60) não demonstraram haver diferenças estatisticamente significativas entre os biomateriais de recobrimento pulpar avaliados no sucesso da pulpotomia coronária.

O intervalo de idades, mais ou menos abrangente, variou significativamente entre os estudos, dependendo dos critérios de inclusão por estes definidos. Foi reportado apenas num estudo (67) que a idade impactava de forma estatisticamente significativa o sucesso da pulpotomia coronária, constatando que o grupo de idades de 20 a 25 anos, de um intervalo de idades de 20 a 47 anos, apresentava taxas de sucesso mais elevadas que os outros grupos de idades avaliados. Os restantes 11 estudos, incluídos nesta revisão sistemática, não demonstraram haver qualquer influência da idade no sucesso da pulpotomia coronária, inclusive estudos com limites de idade mais abrangentes que o anteriormente mencionado, como os estudos com intervalos de idade entre 9 e 65 anos (56–59).

Sete estudos (61–67), mediram o tempo necessário para a obtenção de hemóstase, registando intervalos de tempo até 4 (65), 5 (67), 6 (61,64), 10 (66) e 25 minutos (63). A influência do tempo para controlo hemostático no sucesso da pulpotomia coronária foi reportada como inexistente (61,63–67) ou inconclusiva (62).

O estágio de desenvolvimento radicular, objeto de análise em quatro estudos (62,63,65,66) e designado diferentemente segundo a maturação radicular (62,63) ou estado de abertura do ápice radicular (65,66), à semelhança do que se verificou com os outros fatores preditivos, não demonstrou exercer qualquer efeito no sucesso da pulpotomia coronária.

A sintomatologia dolorosa pré-operatória, determinada pela classificação da intensidade da dor reportada pelo doente com base numa escala numérica de 0-9 (56) ou de 0-10

(60,64,65,67), foi avaliada em cinco estudos (56,60,64,65,67). Independentemente da intensidade da dor medida, reportada na maioria dos estudos como dor espontânea moderada ou severa, a sintomatologia dolorosa pré-operatória não impactou o sucesso da pulpotomia coronária.

DISCUSSÃO

A presente revisão sistemática foca-se exclusivamente no sucesso da pulpotomia coronária, completa e parcial, como tratamento de dentes permanentes, maduros e imaturos, com sinais e sintomas indicativos de pulpíte irreversível sintomática. Estando limitada apenas a dentes diagnosticados com pulpíte irreversível sintomática, estudos em que o diagnóstico não estava detalhado de forma clara ou os resultados encontravam-se contaminados com diagnósticos de pulpíte reversível ou irreversível assintomática, e que não fosse possível fazer a sua distinção, foram excluídos. A metodologia criteriosa e rigorosa, pela qual se regeu esta revisão sistemática, respeitando as diretrizes definidas pelo protocolo PRISMA, permitiu que as questões clínicas, elaboradas de acordo com o princípio PICO, fossem respondidas e os objetivos definidos para esta revisão fossem cumpridos.

Os resultados apresentados nesta revisão indicam taxas de sucesso muito favoráveis para a pulpotomia coronária no tratamento de dentes permanentes, maduros e imaturos, com pulpíte irreversível sintomática, o que coincide com o que foi descrito em revisões sistemáticas idênticas recentes (29,34,46,48,49). Para os períodos de follow-up de 12 e 24 meses verificaram-se taxas de sucesso clínicas e radiográficas para a PCC superiores a 85% e superiores a 80% para a PCP, excluindo a PCP realizada com HC. Apenas dois estudos (59,63) avaliaram a PCC em períodos de follow-up superiores a 24 meses, reportando taxas de sucesso gerais de 78% a 100%. A validade dos valores reportados por estes dois estudos está comprometida por uma taxa de controlo reduzida e qualidade baixa do estudo, respetivamente. Para o mesmo período de follow-up, a PCP apresentou taxas de sucesso clínicas e radiográficas superiores a 85%. Ambas as modalidades da pulpotomia coronária são eficazes no tratamento de dentes permanentes com pulpíte irreversível sintomática, como evidenciado pelas taxas de sucesso relatadas pelos estudos incluídos. A semelhança entre o elevado sucesso da PCC e PCP, verificado nesta revisão, não parece estar de acordo com a noção, mencionada por alguns autores (37), que a PCC consegue remover de forma mais previsível o tecido pulpar inflamado.

Foram comparados diferentes biomateriais de recobrimento pulpar em quatro estudos com mais do que um braço de ensaio (56,60–62). Todos os estudos, que compararam diferentes biomateriais de recobrimento pulpar, usaram o MTA como um dos biomateriais de comparação, devido à sua utilização generalizada e universalmente aceite nas terapêuticas pulpares vitais. Apesar das suas reconhecidas propriedades mecânicas, têm sido sugeridos outros biomateriais alternativos, como a Biodentine e CEM, para colmatar algumas das falhas do MTA, nomeadamente o seu manuseamento e longo tempo de presa. Num estudo (61), que avaliou o sucesso da PCP com dois biomateriais diferentes, o HC apresentou piores taxas

de sucesso que o MTA, nos períodos de follow-up avaliados de 12 e 24 meses. Contudo, um outro estudo (60), que comparou três biomateriais diferentes (MTA, HC e PRF) empregues na PCC, não demonstrou haver diferenças estatisticamente significativas entre o MTA, HC e PRF. Todavia, o facto de não se ter verificado diferenças nas taxas de sucesso entre o MTA e o HC, pode ser explicado pelo elevado risco de viés do estudo. Tanto o estudo que comparou a Biodentine com o MTA (62) como o estudo que comparou a CEM com o MTA (56), não demonstraram haver diferenças estatisticamente significativas entre os biomateriais de recobrimento pulpar avaliados na taxa de sucesso da pulpotomia coronária.

Tradicionalmente, a presença de sintomas como dor espontânea e prolongada a estímulos dolorosos e dor à percussão têm sido usados como fatores preditivos clínicos do estágio de inflamação pulpar irreversível (68). O diagnóstico de pulpite irreversível sintomática é realizado com base na resposta dolorosa, e subjetiva, reportada pelo doente a estímulos térmicos (7,8). A subjetividade inerente aos atuais métodos de diagnóstico, por dependerem da resposta do doente, e a reduzida ou ausente correlação entre o estado histopatológico de inflamação irreversível (11–13), são limitações significativas que dificultam um correto diagnóstico pulpar. Devendo-se às limitações dos atuais métodos de diagnóstico, têm sido procurados métodos alternativos que melhor identifiquem o estágio de inflamação pulpar e estimem, com fiabilidade, a extensão da inflamação na polpa.

O tempo para controlo hemostático é sugerido em algumas revisões (34,37,47) como o parâmetro que melhor prediz o sucesso da pulpotomia coronária, indicando que a inflamação se encontra, com um alto nível de probabilidade, limitada à polpa coronária quando é conseguida a hemóstase entre 1 e 10 minutos (37). Esta perspetiva é, contudo, contrariada pelos resultados da presente revisão que demonstraram não haver influência do tempo para controlo hemostático no sucesso da pulpotomia coronária, verificando-se sucesso do tratamento em intervalos de tempo superiores a 10 minutos e, inclusive, até 25 minutos (63). Apesar de não ser relatada influência do tempo para controlo hemostático no sucesso da pulpotomia coronária, não pode ser excluído que, para alguns dentes, a inflamação não tenha progredido para a polpa radicular (63,66).

A influência da idade no sucesso da pulpotomia coronária não é consensual. Os estudos incluídos apresentaram intervalos de idade muito variados, com alguns dos estudos a incluíram apenas intervalos de idade de doentes jovens, o que naturalmente condiciona a determinação do verdadeiro impacto da idade no sucesso da pulpotomia. Uma possível razão para a inclusão de apenas doentes jovens pode ser explicada pela demografia da população disponível para o estudo ser mais jovem (67), ou de ser realizado num ambiente universitário.

Outra possível explicação é de terem sido definidos critérios de inclusão enviesados pela teoria corrente de que polpas jovens, por apresentarem polpas mais vascularizadas e com maior conteúdo celular, têm maior potencial regenerativo que polpas mais envelhecidas (51), o que não se reflete nos resultados dos estudos incluídos. Estudos menos abrangentes, incluindo apenas doentes com menos de 20 anos (62,63,65,66), escolha potencialmente fundamentada na teoria anteriormente mencionada, não demonstraram diferenças estatisticamente significativas da idade no sucesso do tratamento, sendo verificado o mesmo para estudos mais abrangentes que incluíram também polpas envelhecidas, como os quatro estudos com intervalos de idade entre 9 e 65 anos (56–59) e o estudo com intervalo de idade de 19 a 69 anos (64). Apenas um estudo (67) demonstrou haver influência da idade no sucesso do tratamento, relatando que o grupo de idades mais jovem avaliado (20 a 25 anos) apresentava taxas de sucesso mais elevadas que os restantes grupos (26 a 30, 31 a 35, 36 a 40 e acima de 40). Esta diferença poderá ser explicada pela distribuição desigual e em menor número verificada para os restantes grupos avaliados.

A presente revisão demonstrou que a pulpotomia coronária é igualmente bem sucedida no tratamento de dentes permanentes maduros e imaturos, não tendo sido demonstrado, nos quatro estudos (62,63,65,66) que incluíram tanto dentes maduros como imaturos, que o estágio de desenvolvimento radicular influencie o sucesso do tratamento. De modo semelhante, a sintomatologia dolorosa pré-operatória, avaliada com base numa escala numérica correspondente à intensidade da dor referida pelo doente, não afeta o sucesso da pulpotomia coronária. Por conseguinte, a sintomatologia dolorosa, intensidade e tipologia da dor, considerada, por alguns autores (69), como um importante fator preditivo de sucesso, não se correlaciona com o grau de inflamação e não é um fator fiável de previsão da progressão da inflamação pulpar ou do sucesso da pulpotomia coronária, como evidenciado pelos resultados desta revisão.

O conceito de que o tecido pulpar vital “irreversivelmente” inflamado é incapaz de ser curado é refutado pela evidência contrária e abundante apresentada nesta revisão sistemática. Efetivamente, dentes permanentes com pulpite irreversível sintomática podem ser tratados com sucesso e de forma previsível com pulpotomia coronária, PCC e PCP. Estudos *in vivo* demonstraram que polpas com diagnóstico de pulpite irreversível contêm células estaminais com elevado potencial de regeneração tecidual (70,71), o que põe em causa o conceito de irreversibilidade da patologia pulpar e a classificação atual de pulpite irreversível.

É importante ter em consideração que a verificação dos critérios de sucesso clínicos e radiográficos não significa necessariamente que os dentes sujeitos a pulpotomia coronária

tenham polpa vital, dado que dentes necrosados poderão se apresentar assintomáticos e sem evidência radiográfica de patologia (65). No entanto, na suspeita deste tipo de casos, e perante o insucesso claro do tratamento, é sempre possível a realização do TENC. O contrário, optando-se inicialmente pelo TENC, levando à perda irremediável da polpa vital radicular com a perda associada dos mecanismos proprioceptivos e de pressão e remoção significativa de estrutura dentária, poderá resultar num pior prognóstico a longo prazo (20). Para além disso, perante o insucesso do TENC será necessário a realização de tratamentos mais complexos, como o retratamento endodôntico cirúrgico/não-cirúrgico (59).

Apesar da metodologia criteriosa pela qual se regeu esta revisão, verificaram-se algumas limitações. Uma importante limitação desta revisão é a heterogeneidade dos estudos incluídos, como consequência das diferentes metodologias usadas, como o tipo de estudo, tamanho da amostra, técnicas e materiais utilizados, e forma de apresentação dos resultados, em que a maioria dos estudos reportaram isoladamente a taxa de sucesso clínica e radiográfica enquanto outros reportaram a taxa de sucesso geral (59,61,63). Para além disso, existe uma evidente insuficiência de estudos com períodos de follow-up mais longos que 12 meses, em que apenas cinco (58,59,61–63), dos 12 estudos incluídos, tinham um acompanhamento dos casos intervencionados superior ou igual a 24 meses, o que se traduz, por conseguinte, numa menor previsibilidade do sucesso do tratamento a longo prazo. A perda de retenção de doentes nos períodos de follow-up é também uma importante limitação e é especialmente clara nos períodos de follow-up superiores a 24 meses (59), o que reduz a qualidade e nível de evidência dos estudos. As perdas significativas de doentes nos períodos de follow-up podem ser explicadas pela perda de interesse, por parte do doente, em serem acompanhados após a resolução da queixa principal de sintomatologia dolorosa (67), o que não se traduz necessariamente no sucesso do tratamento, como explicado anteriormente. O acompanhamento mais prolongado é especialmente importante na verificação da integridade da polpa e deteção de restaurações definitivas defeituosas, resultando numa selagem inadequada, sendo esta sugerida, numa revisão recente (47), como sendo a principal causa de insucesso do tratamento. É, portanto, recomendado que em estudos futuros seja realçada aos doentes a importância do acompanhamento nos períodos de follow-up.

CONCLUSÃO

Esta revisão sistemática destaca a potencial eficácia da pulpotomia coronária, a longo prazo, no tratamento de dentes permanentes, maduros e imaturos, com pulpite irreversível sintomática. Tratando-se de um tratamento seguro, mais conservador, menos dispendioso e tecnicamente mais simples que o TENC.

Os resultados dos estudos incluídos demonstraram a elevada eficácia da pulpotomia coronária, verificando-se taxas de sucesso, clínicas e radiográficas, elevadas tanto para PCC como para PCP, nos períodos de follow-up avaliados, nomeadamente a 12 meses. Os fatores preditivos avaliados, como a idade, tempo para controlo hemostático e sintomatologia dolorosa pré-operatória, não têm, segundo os resultados desta revisão, impacto no sucesso da pulpotomia coronária. Contudo, é importante de notar que nem todos os estudos avaliaram de igual modo os fatores preditivos e um grande número de estudos não referiram mais do que dois fatores preditivos, limitando assim a sua comparação.

A integração da pulpotomia coronária, de forma mais alargada e consensual, na prática clínica, no tratamento de dentes permanentes com pulpite irreversível sintomática, carece de evidência mais concreta, pelo que é necessário um maior número de estudos, com períodos de follow-up mais longos, menos heterogéneos e de melhor qualidade. A uniformização do registo dos fatores pré- e peroperatórios, por forma a identificar fatores preditivos com impacto no sucesso do tratamento, é essencial para uma melhor triagem de casos de pulpites irreversíveis sintomáticas a serem tratados com pulpotomia coronária e que provavelmente resultarão em sucesso, a longo prazo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço sentidamente ao meu orientador, Professor Doutor Manuel Marques Ferreira, pelo seu apoio incondicional, despendendo, pacientemente, muito do seu tempo para a elaboração deste trabalho. A sua orientação, marcada pela partilha de conhecimentos e fomentação de rigor científico, contribui significativamente para o meu crescimento académico e profissional.

À minha coorientadora, Prof.^a Doutora Siri Vicente de Paulo, pela sua imprescindível ajuda e total disponibilidade em todas as etapas deste trabalho. Contribuindo empenhadamente e sempre com um sentido prático.

Aos meus pais, Zulmira e Júlio, e, em particular, ao meu irmão Miguel, pelo apoio e carinho que me deram ao longo deste caminho.

Por último, expresso a minha profunda gratidão aos meus amigos, presentes nos bons e maus momentos, que tanto me ajudaram nesta etapa da minha vida.

RERFERÊNCIAS

1. Martin FE. Carious Pulpitis: Microbiological And Histopathological Considerations. Australian Endodontic Journal [Internet]. 2003 Dec 1 [cited 2022 May 31];29(3):134–7. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1747-4477.2003.tb00538.x>
2. Ahlquist ML, Franzen OG. Inflammation and dental pain in man. Endod Dent Traumatol [Internet]. 1994 [cited 2022 May 29];10(5):201–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7843060/>
3. Torabinejad M, Shabahang S, Fouad A. Endodontics Principles and Practice [Internet]. 6th ed. Elsevier, 2020. Chapter 1, Pathogenesis of Pulp and Periapical Diseases. p. 1-12. [cited 2022 May 21]. Available from: <https://eu-ireland-custom-media-prod.s3-eu-west-1.amazonaws.com/UKMEAEU/eSample/9780323624367.pdf>. 2020.
4. Galler KM, Weber M, Korkmaz Y, Widbiller M, Feuerer M. Inflammatory Response Mechanisms of the Dentine-Pulp Complex and the Periapical Tissues. Int J Mol Sci [Internet]. 2021 Feb 1 [cited 2022 May 21];22(3):1–23. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33540711/>
5. Rechenberg DK, Galicia JC, Peters OA. Biological Markers for Pulpal Inflammation: A Systematic Review. 2016;
6. Levin LG, Law AS, Holland GR, Abbott P v., Roda RS. Identify and Define All Diagnostic Terms for Pulpal Health and Disease States. Journal of Endodontics [Internet]. 2009 Dec 1 [cited 2022 May 31];35(12):1645–57. Available from: <http://www.jendodon.com/article/S0099239909007936/fulltext>
7. Abbott P v., Yu C. A clinical classification of the status of the pulp and the root canal system. Australian Dental Journal [Internet]. 2007 [cited 2022 May 21];52(1 SUPPL.):S17–31. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1834-7819.2007.tb00522.x>
8. Glickman DDS GN. AAE Consensus Conference on Diagnostic Terminology: Background and Perspectives.
9. Ricucci D, Loghin S, Siqueira JF. Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. J Endod [Internet]. 2014 [cited 2022 May 8];40(12):1932–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25312886/>

10. Naseri M, Khayat A, Zamaheni S, Shojaeian S. Correlation between histological status of the pulp and its response to sensibility tests. *Iranian Endodontic Journal*. 2017 Dec 1;12(1):20–4.
11. DUMMER PMH, HICKS R, HUWS D. Clinical signs and symptoms in pulp disease. *Int Endod J* [Internet]. 1980 [cited 2022 May 30];13(1):27–35. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6935168/>
12. Hyman JJ, Cohen ME. The predictive value of endodontic diagnostic tests. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* [Internet]. 1984 [cited 2022 May 30];58(3):343–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6592532/>
13. Seltzer S, Bender IB, Ziontz M. The dynamics of pulp inflammation: correlations between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* [Internet]. 1963 [cited 2022 May 30];16(7):846–71. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13987830/>
14. Raof M, Vazavandi E, Parizi MT, Hatami N, Mohammadalizadeh S, Amanpour S, et al. Clinical, radiological, and histological correlation in diagnosis of pulpitis. *Dental Research Journal* [Internet]. 2022 [cited 2022 May 8];19(1):25. Available from: <https://www.drjournal.net/article.asp?issn=1735-3327;year=2022;volume=19;issue=1;spage=25;epage=25;aulast=Raof>
15. Giuroiu CL, Căruntu ID, Lozneau L, Melian A, Vataman M, Andrian S. Dental pulp: Correspondences and contradictions between clinical and histological diagnosis. *BioMed Research International*. 2015;2015.
16. Lin LM, Ricucci D, Saoud TM, Sigurdsson A, Kahler B. Vital pulp therapy of mature permanent teeth with irreversible pulpitis from the perspective of pulp biology. *Aust Endod J* [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2022 May 29];46(1):154–66. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31865629/>
17. Duncan HF, Galler KM, Tomson PL, Simon S, El-Karim I, Kundzina R, et al. European Society of Endodontology position statement: Management of deep caries and the exposed pulp. *International Endodontic Journal* [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2022 May 29];52(7):923–34. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/iej.13080>
18. Dimitriu B, Vârlan C, Suci I, Vârlan V, Bodnar D. Current considerations concerning endodontically treated teeth: alteration of hard dental tissues and biomechanical

- properties following endodontic therapy. *Journal of Medicine and Life* [Internet]. 2009 [cited 2022 May 24];2(1):60. Available from: [/pmc/articles/PMC5051483/](#)
19. Caplan DJ, Cai J, Yin G, White BA. Root canal filled versus non-root canal filled teeth: a retrospective comparison of survival times. *J Public Health Dent* [Internet]. 2005 [cited 2022 Mar 16];65(2):90–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15929546/>
 20. Yan W, Montoya C, Øilo M, Ossa A, Paranjpe A, Zhang H, et al. Contribution of Root Canal Treatment to the Fracture Resistance of Dentin. *J Endod* [Internet]. 2019 Feb 1 [cited 2022 May 18];45(2):189–93. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30711176/>
 21. Grigoratos D, Knowles J, Ng YL, Gulabivala K. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *Int Endod J* [Internet]. 2001 Mar [cited 2022 May 31];34(2):113–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11307259/>
 22. Sim TPC, Knowles JC, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J* [Internet]. 2001 Mar [cited 2022 May 31];34(2):120–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11307260/>
 23. Hannig C, Westphal C, Becker K, Attin T. Fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars restored with CAD/CAM ceramic inlays. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2005 Oct;94(4):342–9.
 24. Fuss Z, Lustig J, Katz A, Tamse A. An evaluation of endodontically treated vertical root fractured teeth: impact of operative procedures. *J Endod* [Internet]. 2001 [cited 2022 May 31];27(1):46–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11487164/>
 25. Tang W, Wu Y, Smales RJ. Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth. *J Endod* [Internet]. 2010 Apr [cited 2022 May 31];36(4):609–17. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20307732/>
 26. Soares PV, Santos-Filho PCF, Queiroz EC, Araújo TC, Campos RE, Araújo CA, et al. Fracture resistance and stress distribution in endodontically treated maxillary premolars restored with composite resin. *J Prosthodont* [Internet]. 2008 Feb [cited 2022 May 31];17(2):114–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17971112/>
 27. Sathorn C, Palamara JEA, Palamara D, Messer HH. Effect of root canal size and external root surface morphology on fracture susceptibility and pattern: a finite element

- analysis. *J Endod* [Internet]. 2005 [cited 2022 May 31];31(4):288–92. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15793386/>
28. Ou KL, Chang CC, Chang WJ, Lin CT, Chang KJ, Huang HM. Effect of damping properties on fracture resistance of root filled premolar teeth: a dynamic finite element analysis. *Int Endod J* [Internet]. 2009 Aug [cited 2022 May 24];42(8):694–704. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19549155/>
 29. Sadaf D. Success of Coronal Pulpotomy in Permanent Teeth with Irreversible Pulpitis: An Evidence-based Review. *Cureus* [Internet]. 2020 Jan 23 [cited 2022 Jun 2];12(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32133269/>
 30. Wolters WJ, Duncan HF, Tomson PL, el Karim I, McKenna G, Dorri M, et al. Minimally invasive endodontics: a new diagnostic system for assessing pulpitis and subsequent treatment needs. *International Endodontic Journal* [Internet]. 2017 Sep 1 [cited 2022 May 31];50(9):825–9. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/iej.12793>
 31. Leong DJX, Yap AU. Vital pulp therapy in carious pulp-exposed permanent teeth: an umbrella review. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2022 May 29];25(12):6743–56. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33970319/>
 32. Sabeti M, Huang Y, Chung YJ, Azarpazhooh A. Prognosis of Vital Pulp Therapy on Permanent Dentition: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Endodontics* [Internet]. 2021 Nov 1 [cited 2022 May 31];47(11):1683–95. Available from: <http://www.jendodon.com/article/S0099239921006026/fulltext>
 33. Zanini M, Hennequin M, Cousson PY. A Review of Criteria for the Evaluation of Pulpotomy Outcomes in Mature Permanent Teeth. *J Endod* [Internet]. 2016 Aug 1 [cited 2022 May 29];42(8):1167–74. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27339631/>
 34. Zafar K, Nazeer M, Ghafoor R, Khan F. Success of pulpotomy in mature permanent teeth with irreversible pulpitis: A systematic review. *J Conserv Dent* [Internet]. 2020 Mar 1 [cited 2022 Jun 2];23(2):121–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33384481/>
 35. SWIFT EJ, TROPE M, RITTER A v. Vital pulp therapy for the mature tooth – can it work? *Endodontic Topics* [Internet]. 2003 Jul 1 [cited 2022 Jun 1];5(1):49–56. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1601-1546.2003.00030.x>

36. Eggmann F, Gasser TJW, Hecker H, Amato M, Weiger R, Zaugg LK. Partial pulpotomy without age restriction: a retrospective assessment of permanent teeth with carious pulp exposure. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2022 Jan 1 [cited 2022 May 29];26(1):365–73. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34076771/>
37. Aguilar P, Linsuwanont P. Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review. *J Endod* [Internet]. 2011 May [cited 2022 Jun 6];37(5):581–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21496652/>
38. Simon S, Perard M, Zanini M, Smith AJ, Charpentier E, Djole SX, et al. Should pulp chamber pulpotomy be seen as a permanent treatment? Some preliminary thoughts. *Int Endod J* [Internet]. 2013 Jan [cited 2022 Jun 7];46(1):79–87. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22900881/>
39. Cox CF, Sübay RK, Ostro E, Suzuki S, Suzuki SH. Tunnel defects in dentin bridges: their formation following direct pulp capping. *Operative Dentistry* [Internet]. 1996 Jan 1 [cited 2022 Jun 24];21(1):4–11. Available from: <http://europepmc.org/article/med/8957909>
40. Witherspoon DE. Vital pulp therapy with new materials: new directions and treatment perspectives--permanent teeth. *J Endod* [Internet]. 2008 Jul [cited 2022 Jun 7];34(7 Suppl). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18565368/>
41. Leye Benoist F, Gaye Ndiaye F, 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. *International Dental Journal*. 2012 Feb 1;62(1):33–9.
42. Parinyaprom N, Nirunsittirat A, Chuveera P, Na Lampang S, Srisuwan T, Sastraruji T, et al. 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. *J Endod* [Internet]. 2018 Mar 1 [cited 2022 Jun 24];44(3):341–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29275850/>
43. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review—Part I: Chemical, Physical, and Antibacterial Properties. *Journal of Endodontics*. 2010 Jan 1;36(1):16–27.
44. Dammaschke T, Gerth HUV, Züchner H, Schäfer E. Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. *Dental Materials*. 2005 Aug 1;21(8):731–8.

45. Arandi NZ, Thabet M. Minimal Intervention in Dentistry: A Literature Review on Biodentine as a Bioactive Pulp Capping Material. *Biomed Res Int* [Internet]. 2021 [cited 2022 Jun 25];2021. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33884264/>
46. Li Y, Sui B, Dahl C, Bergeron B, Shipman P, Niu L, et al. Pulpotomy for carious pulp exposures in permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* [Internet]. 2019 May 1 [cited 2022 Jun 5];84:1–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30981748/>
47. 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* [Internet]. 2016 Jan 1 [cited 2022 Jun 5];44:1–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26687672/>
48. Cushley S, Duncan HF, Lappin MJ, Tomson PL, Lundy FT, Cooper P, et al. Pulpotomy for mature carious teeth with symptoms of irreversible pulpitis: A systematic review. *J Dent* [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2022 Jun 5];88. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31229496/>
49. Santos JM, Pereira JF, Marques A, Sequeira DB, Friedman S. Vital Pulp Therapy in Permanent Mature Posterior Teeth with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Systematic Review of Treatment Outcomes. *Medicina (Kaunas)* [Internet]. 2021 Jun 1 [cited 2022 Jun 5];57(6). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34205149/>
50. Takahashi K. Changes in the pulpal vasculature during inflammation. *J Endod* [Internet]. 1990 [cited 2022 Jun 6];16(2):92–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2388023/>
51. Maeda H. Aging and Senescence of Dental Pulp and Hard Tissues of the Tooth. *Frontiers in Cell and Developmental Biology* [Internet]. 2020 Nov 30 [cited 2022 Jun 6];8. Available from: [/pmc/articles/PMC7734349/](https://pmc/articles/PMC7734349/)
52. Nosrat A, Seifi A, Asgary S. Pulpotomy in caries-exposed immature permanent molars using calcium-enriched mixture cement or mineral trioxide aggregate: a randomized clinical trial. *Int J Paediatr Dent* [Internet]. 2013 Jan [cited 2022 Jun 8];23(1):56–63. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22309243/>
53. Harandi A, Forghani M, Ghoddusi J. Vital Pulp Therapy with Three Different Pulpotomy Agents in Immature Molars: A Case Report. *Iranian Endodontic Journal* [Internet]. 2013 [cited 2022 Jun 24];8(3):145. Available from: [/pmc/articles/PMC3734519/](https://pmc/articles/PMC3734519/)

54. Ashraf H, Rahmati A, Amini N. Vital Pulp Therapy with Calcium-Silicate Cements: Report of Two Cases. *Iranian Endodontic Journal* [Internet]. 2017 Dec 1 [cited 2022 Jun 24];12(1):112. Available from: /pmc/articles/PMC5282391/
55. Sabbagh S, Sarraf Shirazi A, Eghbal MJ. Vital Pulp Therapy of a Symptomatic Immature Permanent Molar with Long-Term Success. *Iranian Endodontic Journal* [Internet]. 2016 Sep 1 [cited 2022 Jun 24];11(4):347. Available from: /pmc/articles/PMC5069917/
56. Asgary S, Eghbal MJ. Treatment outcomes of pulpotomy in permanent molars with irreversible pulpitis using biomaterials: a multi-center randomized controlled trial. *Acta Odontol Scand* [Internet]. 2012/02/22. 2013;71(1):130–6. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/00016357.2011.654251>
57. Asgary S, Eghbal MJ, Ghoddusi J, Yazdani S. One-year results of vital pulp therapy in permanent molars with irreversible pulpitis: an ongoing multicenter, randomized, non-inferiority clinical trial. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2012/03/21. 2013;17(2):431–9. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00784-012-0712-6>
58. 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*. 2013/05/29. 2014;18(2):635–41.
59. Asgary S, Eghbal MJ, Fazlyab M, Baghban AA, Ghoddusi J. Five-year results of vital pulp therapy in permanent molars with irreversible pulpitis: a non-inferiority multicenter randomized clinical trial. *Clinical Oral Investigations* [Internet]. 2015;19(2):335–41. Available from: <Go to ISI>://WOS:000350353300020
60. 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* [Internet]. 2016/12/21. 2016;7(4):512–8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5141667/pdf/CCD-7-512.pdf>
61. Taha NA, Khazali MA. Partial Pulpotomy in Mature Permanent Teeth with Clinical Signs Indicative of Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial. *J Endod*. 2017/07/05. 2017;43(9):1417–21.
62. Uesrichai N, Nirunsittirat A, Chuveera P, Srisuwan T, Sastraruji T, Chompu-Inwai P. Partial pulpotomy with two bioactive cements in permanent teeth of 6- to 18-year-old patients with signs and symptoms indicative of irreversible pulpitis: a noninferiority randomized controlled trial. *Int Endod J*. 2019/01/15. 2019;52(6):749–59.

63. Qudeimat MA, Alyahya A, Hasan AA. Mineral trioxide aggregate pulpotomy for permanent molars with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: a preliminary study. *Int Endod J*. 2016/02/05. 2017;50(2):126–34.
64. Taha NA, Abdelkhalder SZ. Outcome of full pulpotomy using Biodentine in adult patients with symptoms indicative of irreversible pulpitis. *Int Endod J* [Internet]. 2018/02/06. 2018;51(8):819–28. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.12903>
65. Taha NA, Abdulkhalder SZ. Full Pulpotomy with Biodentine in Symptomatic Young Permanent Teeth with Carious Exposure. *J Endod* [Internet]. 2018/04/24. 2018;44(6):932–7. Available from: [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(18\)30165-1/fulltext](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(18)30165-1/fulltext)
66. Sharaan M, Ali A. Could mineral trioxide aggregate pulpotomy replace root canal treatment in children and adolescents? *Endo-Endodontic Practice Today* [Internet]. 2019;13(3):217–25. Available from: <Go to ISI>://WOS:000486982900004
67. Anta S, Diouma N, Ousmane NS, Fatou LB, Florence F, Babacar T. Evaluation of Complete Pulpotomy With Biodentine on Mature Permanent Molars With Signs and Symptoms of Symptomatic Irreversible Pulpitis: 12-months Follow-up. *J Endod* [Internet]. 2022/01/03. 2022;48(3):312–9. Available from: [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(21\)00901-8/fulltext](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(21)00901-8/fulltext)
68. Bergenholtz G, Spångberg L. CONTROVERSIES IN ENDODONTICS. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine : an Official Publication of the American Association of Oral Biologists* [Internet]. 2004 Jan 1 [cited 2022 Jun 24];15(2):99–114. Available from: <https://europepmc.org/article/med/15059945>
69. Matsuo T, Nakanishi T, Shimizu H, Ebisu S. A clinical study of direct pulp capping applied to carious-exposed pulps. *J Endod* [Internet]. 1996 [cited 2022 Jun 24];22(10):551–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9198445/>
70. Alongi DJ, Yamaza T, Song Y, Fouad AF, Romberg EE, Shi S, et al. Stem/progenitor cells from inflamed human dental pulp retain tissue regeneration potential. *Regenerative Med* [Internet]. 2010 Jul [cited 2022 Jun 24];5(4):617. Available from: </pmc/articles/PMC3035701/>
71. Wang Z, Pan J, Wright JT, Bencharit S, Zhang S, Everett ET, et al. Putative stem cells in human dental pulp with irreversible pulpitis: an exploratory study. *J Endod* [Internet].

2010 May [cited 2022 Jun 24];36(5):820–5. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20416426/>

INFORMAÇÃO SUPLEMENTAR

Registo do protocolo: Foi realizado o registo do protocolo desta revisão sistemática na base de registos de protocolos de revisões sistemáticas PROSPERO (<https://www.crd.york.ac.uk/prospero/>), encontrando-se, de momento, em espera para obtenção de aprovação (ID provisório: 340537).

Financiamento: Esta revisão sistemática não recebeu qualquer tipo de financiamento externo.

Conflitos de interesse: Os autores declaram não haver conflitos de interesse.