



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**BIOCERÂMICOS DE SEGUNDA GERAÇÃO EM PULPOTOMIAS
DE DENTES DECÍDUOS: REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho submetido por
Marta Carolina Freitas Abreu
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Fevereiro de 2023



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**BIOCERÂMICOS DE SEGUNDA GERAÇÃO EM PULPOTOMIAS
DE DENTES DECÍDUOS: REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho submetido por
Marta Carolina Freitas Abreu
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof.^a Doutora Luísa Bandeira Lopes

e coorientado por
Mestre João Albernaz Neves

Fevereiro de 2023

Agradecimentos

À minha orientadora, Prof.^a Doutora Luísa Lopes, pelo seu profissionalismo, pela sua diligência, pela sua perspicácia e por transmitir os seus conhecimentos de forma a estimular o nosso raciocínio. Obrigada por tudo, é um exemplo de Médica Dentista a seguir.

Ao meu coorientador, Mestre João Neves, pela enorme paciência, pela compreensão e preocupação, pelo seu acompanhamento e atenção na orientação da tese. Obrigada, é um profissional de excelência.

Aos Prof. Doutor João Botelho e ao Mestre Paulo Mascarenhas pelo vosso auxílio na meta-análise. Obrigada pelas vossas orientações.

À *my* nobre academia, Instituto Universitário Egas Moniz, pelas pessoas extraordinárias que me acompanharam nestes 5 anos. Um enorme agradecimento aos professores e monitores, que nos acompanharam, por toda a sabedoria e entreaajuda. Levarei para a vida todos conhecimentos teórico-práticos e valores transmitidos.

Aos meus queridos pais, vós sois grandes pilares na minha vida, não só por todo o esforço como também pelo apoio, pelo colo e pelas palavras reconfortantes que, apesar da distância, me enchem o coração. Aos meus irmãos e à minha “mãe-mana” pelos conselhos e pelos mimos. Aos meus sobrinhos que desafiam a criança que há em mim e a minha paciência. Obrigada a todos por me acompanharem sempre nos bons e menos bons momentos.

Ao meu grande apoio e companheiro, Rúben, pelas horas de videochamada e de avião para me poder amparar, trazendo na bagagem palavras de conforto e positivismo. Tantas aventuras que passamos, que venham mais!

A todos os meus amigos, aos meus madeirenses que me acompanham desde que me lembro de ser pessoa, aos que ganhei no Instituto, fazem parte da família que eu escolhi!

A todos os funcionários, que sempre me presentearam com alegria e sorrisos acolhedores, que nos auxiliam pelos corredores do Instituto, na Clínica Universitária, na equipa de manutenção e na Residência Universitária. Conheci pessoas que levo na memória e no coração por todo o apreço. Obrigada ao Sr. Duarte, pelas horas de conversa e boa disposição, e, ao meu conterrâneo, Sr. Albino por atenuar as saudades que sentia de casa, são dois anjos a olhar por nós.

Por fim, mas não menos importante, a todos aqueles que diretamente ou indiretamente contribuíram ao longo destes 5 anos. Obrigada!

Resumo

Objetivo: Responder à pergunta baseada na nomenclatura PICOT: em dentes decíduos de crianças (P), a pulpotomia com os biocerâmicos de 2ª geração (I), comparado com MTA (C) resulta num melhor sucesso clínico e radiográfico (O) que são avaliados em *follow-ups* até 24 meses (T)?

Materiais e Métodos: As pesquisas se restringiram ao período entre 2011 e 2021 em bases de dados eletrônicas universais. Através da meta-análise, o resultado clínico e radiográfico de biocerâmicos em pulpotomias de dentes decíduos, nos diferentes meses de acompanhamento. A heterogeneidade foi calculada por meio da estatística do teste I^2 ($p < 0,1$).

Resultados: 14 estudos clínicos foram selecionados para análise, tendo em conta os critérios de inclusão e exclusão. As taxas de sucesso para os novos biocerâmicos com base de MTA *VS* MTA aos 3 meses de controlo clínico (RR=1.00; 95%IC=0.97-1.03) e radiográfico (RR=0.97; 95%IC=0.93-1.02); aos 6 meses de controlo clínico (RR=1.00; 95%IC=0.97-1.02) e radiográfico (RR=1.00; 95%IC=0.97-1.02); aos 12 meses de controlo clínico (RR=1.01; 95%IC=0.98-1.04) e radiográfico (RR=1.01; 95%IC=0.98-1.04); aos 24 meses de controlo clínico (RR=0.99; 95%IC=0.83-1.17) e radiográfico (RR=0.99; 95%IC=0.83-1.17). As taxas de sucesso para o Biodentine *VS* MTA foram aos 3 meses de controlo clínico (RR=1.00; 95%IC= 0.97-1.03) e radiográfico (RR=1.00; 95%IC=0.96-1.03); aos 6 meses de controlo clínico (RR=1.00; 95%IC=0.98-1.02) e radiográfico (RR=1.00; 95%IC=0.98-1.02); aos 9 meses de controlo clínico (RR=0.98;95%IC=0.95-1.02) e radiográfico (RR=1.00;95%IC=0.95-1.05); aos 12 meses de controlo clínico (RR=1.01; 95%IC=0.99-1.03) e radiográfico (RR=1.01; 95%IC=0.98-1.04); aos 18 meses de controlo clínico (RR=0.99; 95%IC=0.95-1.02) e radiográfico (RR=1.01; 95%IC=0.94-1.09); aos 24 meses de controlo clínico (RR=0.99; 95%IC=0.95-1.03) e radiográfico (RR=0.96; 95%IC=0.90-1.03).

Conclusão: Tanto a nível clínico como radiográfico, entre os biocerâmicos de 1ª e 2ª gerações não existem diferenças estatisticamente significativas (valor- $p > 0.05$), ao longo dos meses de *follow-up*.

Palavras-chave: dentes decíduos; pulpotomia; biocerâmicos; agregado trióxido mineral.

Abstract

Objectives: To answer the question based on the PICOT nomenclature: in primary teeth (P), pulpotomy with 2nd generation bioceramics (I), compared with MTA (C) results in better clinical and radiographic success (O) which are considered in up to 24 months follow-ups (T)?

Materials and Methods: Searches were restricted to the period between 2011 and 2021 in universal electronic databases. Through meta-analysis, the clinical and radiographic results of bioceramics in pulpotomies of deciduous teeth, in different months of follow-up. Heterogeneity was calculated using I^2 test statistics ($p < 0.1$).

Results: Success rates for the new MTA-based bioceramics VS MTA at 3 months of clinical (RR=1.00; 95%CI=0.97-1.03) and radiographic (RR=0.97; 95%CI=0.93-1.02); at 6 months of clinical control (RR=1.00; 95%CI=0.97-1.02) and radiographic (RR=1.00; 95%CI=0.97-1.02); at 12 months of clinical control (RR=1.01; 95%CI=0.98-1.04) and radiographic (RR=1.01; 95%CI=0.98-1.04); at 24 months of clinical control (RR=0.99; 95%CI=0.83-1.17) and radiographic (RR=0.99; 95%CI=0.83-1.17). Success rates for MTA VS Biodentine, were at 3 months of clinical (RR=1.00; 95%CI= 0.97-1.03) and radiographic (RR=1.00; 95%CI=0.96-1.03); at 6 months of clinical control (RR=1.00; 95%CI=0.98-1.02) and radiographic (RR=1.00; 95%CI=0.98-1.02); at 9 months of clinical control (RR=0.98;95%CI=0.95-1.02,) and radiographic (RR=1.00;95%CI=0.95-1.05); at 12 months of clinical control (RR=1.01; 95%CI=0.99-1.03) and radiographic (RR=1.01; 95%CI=0.98-1.04); at 18 months of clinical (RR=0.99; 95%CI=0.95-1.02) and radiographic (RR=1.01; 95%CI=0.94-1.09); at 24 months of clinical control (RR=0.99; 95%CI=0.95-1.03) and radiographic (RR=0.96; 95%CI=0.90-1.03).

Conclusion: Both clinically and radiographically, between the 1st and 2nd generation bioceramics, there are no statistically significant differences ($p\text{-value}>0.05$), over the months of follow-up.

Keywords: deciduous teeth; pulpotomy; bioceramics; mineral trioxide aggregate.

Índice

Resumo	1
Abstract	3
Índice de figuras.....	7
Índice de tabelas.....	9
Lista de abreviaturas.....	11
I. Introdução.....	13
1.1. Fases da dentição humana	14
1.2 Diferenças entre a dentição decídua e a permanente	16
1.3. Endodontia em Odontopediatria.....	18
1.3.1 Pulpotomia.....	20
1.3.2 Materiais em pulpotomias.....	22
1.3.3 Cimentos Biocerâmicos	24
II. Materiais e métodos.....	31
2.1. Revisão de literatura e pergunta PICOT	31
2.2. Seleção de estudos	32
2.3. Recolha de dados	32
2.4. Síntese de dados e análises estatísticas	33
III. Resultados.....	35
3.1. Seleção de estudos	35
3.2. Características do estudo	37
3.3. Risco de Viés	43
3.4. Resultados da síntese	44
3.4.1. Biocerâmicos 1ª Geração (MTA) vs. Biocerâmicos de 2ª Geração (com base de MTA).....	44
3.4.2. Biocerâmicos 1ª geração (MTA) vs. Biocerâmicos 2ª geração (Biodentine) 46	
Discussão.....	49
Conclusão	53
Bibliografia.....	55

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Esquema representativo dos objetivos dos diferentes níveis de prevenção na saúde. Adaptado de (Leavell & Clark, 1976).....	13
<i>Figura 2.</i> Imagens representativas do desenvolvimento dentário humano. Adaptado de (Schour & Massler, 1941).....	15
<i>Figura 3.</i> Imagem representativa da diferença entre 2 incisivos centrais, o decíduo à esquerda e o definitivo à direita. Adaptado de (Siessere et al., 2020).....	16
<i>Figura 4.</i> Dente molar definitivo. Adaptado de (Neuhaus & Lussi, 2019).....	17
<i>Figura 5.</i> Dente molar decíduo. Adaptado de (Neuhaus & Lussi, 2019).....	17
<i>Figura 6.</i> Fluxograma de acordo com as diretrizes PRISMA para revisões sistemáticas.....	36
<i>Figura 7.</i> Avaliação do risco de viés dos estudos incluídos.....	43
<i>Figura 8.</i> Risco geral de viés.....	44

Índice de tabelas

Tabela 1. Resultados obtidos das estratégias de busca das diferentes bases de dados.....35

Tabela 2. Descrição dos estudos descrevendo: autores (ano de publicação), tipo de estudo, descrição da população, intervenções, grupos de comparação, período de follow-up, outcome, achados clínicos, financiamento e, por fim, o risco de viés. Siglas/abreviaturas: ♀- sexo feminino; ♂- sexo masculino; CEM- Cimento de mistura enriquecido com cálcio; KHIDI- Instituto de Desenvolvimento da Indústria de Saúde da Coreia; LP- ligamento periodontal; MD- molar decíduo; MDI- molar decíduo inferior; MDS- molar decíduo superior; MTA- Agregado Trióxido Mineral; OCP- obliteração do canal pulpar; WMTA- White MTA.....37-40

Tabela 3.1. Estimativas clínicas e radiográficas dos biocerâmicos de 1ª Geração (MTA) vs. biocerâmicos de 2ª Geração (com base de MTA). Abreviaturas: n - Número de estudos; RR – Risk Ratio; T - tau; z – valor z.....45

Tabela 3.2. Estimativas clínicas e radiográficas dos Biocerâmicos 1ª geração (MTA) vs. Biocerâmicos de 2ª geração (Biodentine). Abreviaturas: n - Número de estudos; RR – Risk Ratio; T - tau; z – valor z.....46

Lista de abreviaturas

95%IC- Intervalo de Confiança

CEM- Cimento de Mistura Enriquecida com Cálcio

FDA- *Food and Drug Administration*

GMTA- *Grey MTA*

MTA- Agregado de Trióxido Mineral

RR- *Risk Ratio*

SD- Desvios Padrão

WMTA- *White MTA*

I. Introdução

As doenças orais reduzem a qualidade de vida, bem-estar e saúde geral. Sendo as mais comuns a cárie dentária e a doença periodontal (Direção Geral de Saúde, 2011; Peres et al., 2019).

A saúde oral é fundamental para o bem-estar físico na população; contudo, nas crianças, assume uma importância distinta, em que o acompanhamento é importante para evitar consequências negativas no presente, bem como no futuro (Clark et al., 2016).

Das áreas da Medicina Dentária, a Odontopediatria é uma especialidade imprescindível, que se centra na saúde oral desde o nascimento até à adolescência, tendo como objetivos, criar bons hábitos de saúde oral, conservando assim a estética e função (Cagetti et al., 2021; Costa et al., 2006; Fuks & Peretz, 2016; Nelson & Ash, 2010).

Desta forma, a Odontopediatria engloba a prevenção bem como a reabilitação, promovendo sempre a prevenção primária, incluindo igualmente as prevenções secundária e terciária, sendo estas complementares e de elevada importância (Bonita et al., 2006; Fuks & Peretz, 2016).

A figura 1 representa os objetivos a nível das prevenções primária, secundária e terciária, sendo que a prevenção primária se centra na limitação da incidência da doença, aquando do período pré-patogénico, de forma a controlar os fatores causais e de risco. Já na prevenção secundária, durante o período de instalação da doença, cabe ao médico dentista diagnosticar e proceder à resolução da mesma, através do tratamento, evitando sequelas. Caso não seja possível, na prevenção terciária, avança-se para a reabilitação, com o intuito de recuperar as capacidades físicas (National Institutes of Health, 2001).

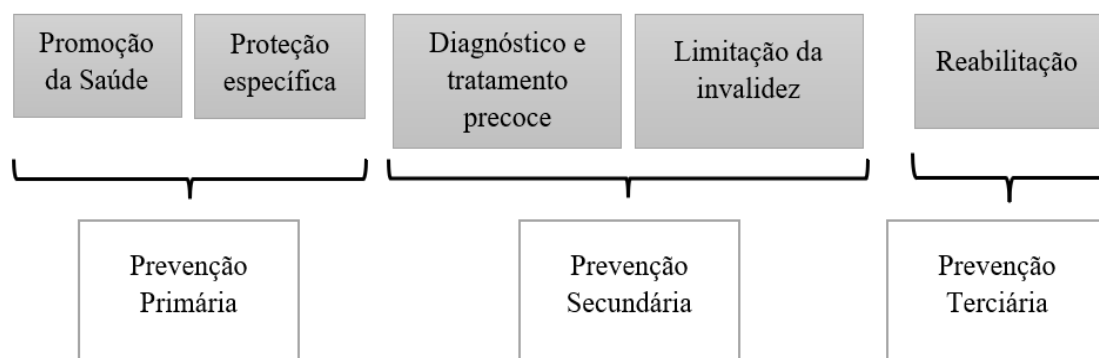


Figura 1. Esquema representativo dos objetivos dos diferentes níveis de prevenção na saúde. Adaptado de (Leavell & Clark, 1976).

Apesar das advertências transmitidas e apoiadas por numerosas entidades da Medicina Dentária e do governo, a incidência de doenças orais melhorou, mas abaixo das expectativas. Muitos autores já evidenciaram que ao atuar com procedimentos de prevenção primária, como o emprego de verniz de flúor, é suficiente para beneficiar a saúde oral dos mais pequenos (Clark et al., 2016; Goyal, 2022).

No passado, a Odontopediatria apresentava um papel mais invasivo, em que na presença de algia do dente decíduo, o tratamento de eleição era a exodontia do mesmo. Atualmente, apoia-se na Dentisteria Minimamente Invasiva, que promove a prevenção, a nível de bons hábitos de higiene, e consultas de controlo com tratamentos não invasivos, permitindo assim a permanência dos dentes decíduos na arcada. Graças a esta perspetiva, métodos de diagnóstico, novos materiais e instrumentos têm sido desenvolvidos e lançados no mercado na área de Medicina Dentária (Fuks & Peretz, 2016).

Nos dias que correm, cada vez mais a população em geral, em virtude da informação, valoriza a saúde oral, e os pais compreendem a necessidade de manter os dentes decíduos na cavidade oral até à erupção dos dentes sucessores. A Odontopediatria passou a ser uma prioridade para grande parte das famílias, sendo possível contornar os medos e a ansiedade das crianças, para que os tratamentos sejam realizados com qualidade e segurança (Mohammed, 2020)

Segundo Nelson e Ash (2010), é aconselhado consultar o médico dentista no período pré-natal, para criar uma base de confiança aos futuros pais, e serem transmitidas indicações adequadas, alertando-os para a necessidade de uma saúde oral ideal. Ao existir esta relação pais-odontopediatra, os primeiros irão adotar uma atitude preventiva, o que resultará num bom desenvolvimento dos filhos, em termos de saúde oral (Mohammed, 2020).

1.1. Fases da dentição humana

Na dentição humana são consideradas 3 fases, primeiramente erupciona a dentição decídua, mais tarde, irrompe a fase de transição, a dentição mista e, por fim, a dentição permanente (Nelson & Ash, 2010). É fundamental esclarecer aos futuros pais a cronologia da formação dentária no útero, com o propósito de evitar problemas, tais como pigmentações dentárias por ingestão de tetraciclinas, ou defeitos no desenvolvimento dentário, podendo estar ligados a fatores hereditários (Dean et al., 2011).

Como é possível observar na figura 2, na maior parte dos casos, entre os 6 a 8 meses pós-natal, erupcionam os primeiros dentes decíduos e, em condições normais, por volta dos 2,5 a 3 anos de idade a dentição decídua está completa (Nelson & Ash, 2010).

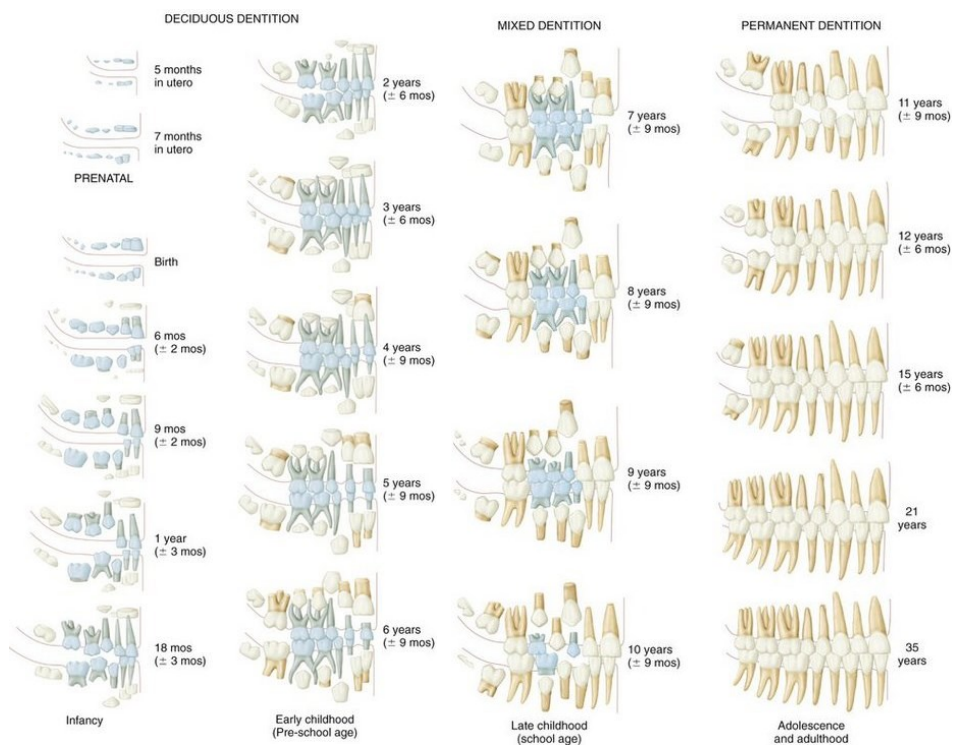


Figura 2. Imagem representativa do desenvolvimento dentário humano. Adaptado de (Schour & Massler, 1941).

Ao irromper a gengiva, o dente decíduo apresenta a raiz com o ápex aberto. Após aproximadamente 1 ano e meio, ocorre a formação da raiz e o ápex encerra. Na altura certa, os dentes decíduos sofrem esfoliação, ou seja, reabsorção radicular, devido à erupção dos dentes definitivos, que se encontram em desenvolvimento (Bolette et al., 2016).

A fase da dentição mista é de suma importância, uma vez que a perda precoce de um dente primário pode levar à perda de espaço, prevista para o dente permanente correspondente erupcionar. Com esta falta de espaço no arco é possível criar problemas de apinhamento dentário, dentes inclusos, levando a uma má oclusão, perda no perímetro da arcada, problemas estéticos, fonéticos e funcionais, e consequentemente, problemas psicológicos (Fuks & Peretz, 2016).

Assim, torna-se fundamental para o odontopediatra avaliar as condições da cavidade oral e, de acordo com o grau de risco, estipular um plano de tratamento. No decorrer da permanência do dente decíduo, o gérmen do dente definitivo sucessor está em

desenvolvimento, posto isto, deverá dar-se atenção às lesões de cárie ou traumatismos que, além de afetar o dente decíduo, poderá, igualmente, afetar o dente definitivo correspondente (Costa et al., 2006; Nelson & Ash, 2010). O papel do odontopediatra é de suma importância no acompanhamento das relações entre o desenvolvimento dos dentes e o crescimento e desenvolvimento do complexo craniofacial (Nelson & Ash, 2010).

1.2 Diferenças entre a dentição decídua e a permanente

O dente decíduo, ao contrário do dente permanente, é menos mineralizado, mais friável e com menor quantidade de cálcio, daí a coroa possuir um tom esbranquiçado (Siessere et al., 2020).

Em termos de constituição externa, para Nelson & Ash (2010), as coroas dos dentes primários apresentam maiores proporções coroa-raiz, e por sua vez as raízes são mais afiladas e com canais radiculares largos, como se pode observar a figura 3.



Figura 3. Imagem representativa da diferença entre 2 incisivos centrais, o decíduo à esquerda e o definitivo à direita. Adaptado de (Siessere et al., 2020).

No caso dos centrais, laterais e caninos decíduos, as raízes são mais estreitas e com coroas largas (Siessere et al., 2020). Pelo contrário, as raízes dos molares, sendo divergentes, apresentam-se mais amplas que o tamanho mesiodistal das coroas. Com esta projeção, é possível manter o espaço suficiente, com a intenção de providenciar o crescimento da coroa dos dentes permanentes (Teixeira et al., 2008).

As figuras 4 e 5 mostram as diferenças entre os dentes molares definitivos e decíduos, respectivamente, realçando na dentição decídua uma camada de esmalte mais fina, esmalte menos mineralizado, com prismas de esmalte menores e mais espalhados (esmalte mais poroso). A câmara pulpar é grande e a junção amelo-cimentária encontra-se numa posição mais coronária. As coroas têm um maior diâmetro no sentido mesiodistal, raízes mais compridas e estreitas, e finalmente cornos pulpares mais altos (Bolette et al., 2016; Fuks & Peretz, 2016).

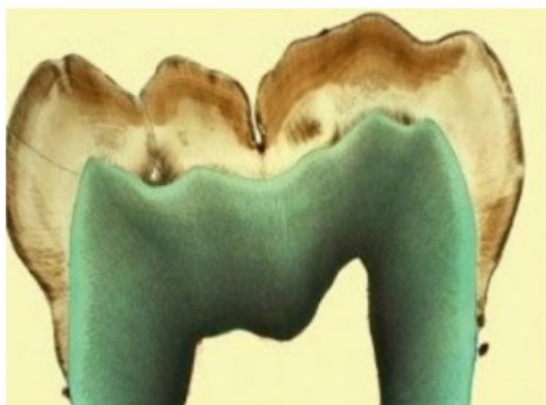


Figura 4. Dente molar definitivo. Adaptado de (Neuhaus & Lussi, 2019).

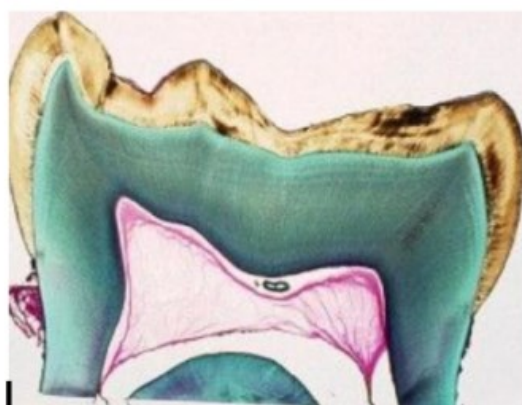


Figura 5. Dente molar decíduo. Adaptado de (Neuhaus & Lussi, 2019).

Devido às diferenças anatômicas, na presença de uma lesão de cárie, a evolução da doença dá-se de forma mais rápida nos dentes decíduos, do que nos dentes definitivos. Se não se proceder ao tratamento da lesão inicial, esta avança, atingindo a câmara pulpar. Assim sendo, caso não ocorra tratamento dentário, a pulpíte pode ocorrer, e inclusive evoluir para necrose. Em casos de infecção, esta pode atingir os tecidos periapicais, gerando lesões periapicais e lesões de furca, podendo afetar o dente definitivo (Bolette et al., 2016; Mello-Moura et al., 2013; Nelson & Ash, 2010).

Na presença de uma agressão, a resposta do complexo dentina-polpa, nos dentes decíduos é análoga, em termos funcionais, à dos dentes definitivos, ou seja, ocorre igualmente uma diminuição da quantidade de odontoblastos e um incremento de células inflamatórias. Há que ter em consideração que neste tipo de dentição são habituais as situações clínicas que provocam respostas do complexo dentina-polpa aos estímulos, devido à elevada ocorrência de traumas ou lesões de cárie com compromisso pulpar (Nowak et al., 2019).

1.3. Endodontia em Odontopediatria

Existem inúmeras investigações e publicações sobre inovação, não só a nível de instrumentos, como também de novos materiais. Por outro lado, estes progressos não são tão evidentes na área do tratamento endodôntico em Odontopediatria. Como consequência, é notória a diminuta quantidade de artigos com relevância científica nesta área (Mello-Moura et al., 2013; Nowak et al., 2019).

Os princípios da endodontia dos dentes decíduos e definitivos são comuns no que diz respeito à eliminação da inflamação, e até mesmo infeção, com os objetivos de salvaguardar a saúde pulpar, de conservar a integridade do respetivo dente e tecidos envolventes, e atenuar a algia localizada (American Academy of Pediatric Dentistry, 2020; Goyal, 2022).

A cárie dentária é conhecida, globalmente, como uma doença infecciosa multifatorial, pois segundo a Ordem dos Médicos Dentistas (OMD) (s.d.), “afeta quase 90% da população”.

Esta doença crónica progressiva é multifatorial, englobando o hospedeiro, a placa bacteriana, a dieta, o tempo, o pH da saliva entre outros (Sun et al., 2017). É essencial ter em consideração que, numa situação que envolva os fatores mencionados anteriormente, ao ocorrer a desmineralização dos tecidos dentários, devido à diminuição do pH do meio, a saliva, em virtude da sua capacidade tampão e ação remineralizadora, intervém no processo de desmineralização, evitando a formação de uma lesão de cárie (Lima, 2017).

Assim que é detetado um sinal ou sintoma de inflamação pulpar, na dentição decídua, deve-se proceder atempadamente (Teixeira et al., 2008). No caso de lesão pulpar, em dentes primários, a evolução para uma lesão endo-perio é frequentemente interradicular, dado que existem canais cavo-radiculares no pavimento da câmara pulpar, sendo este de pouca espessura. Estas patologias podem comprometer o dente sucessor permanente, desde defeitos no esmalte, dilacerações coronárias ou radiculares, interrupção do desenvolvimento radicular, erupção ectópica, ou casos de não erupção (Carrotte, 2005). O foco é proteger e preservar os dentes permanentes. Desta forma, para atingir esse objetivo, é necessário manter os dentes decíduos saudáveis até à sua esfoliação natural (Goyal, 2022).

O plano de tratamento depende do estado da saúde oral, da cooperação da criança no decorrer das consultas, e da colaboração dos pais no acompanhamento (Mello-Moura et al., 2013).

Porém, existem diversos fatores a ter em conta, podendo haver contraindicações para a Endodontia, nomeadamente:

- Estado de saúde geral da criança, se apresenta comprometimento imunológico, ou patologias sistémicas, evitando riscos de infeção;
- Estrutura dentária suficiente para ser reabilitado, após terapia pulpar;
- Existência de reabsorções radiculares patológicas;
- Envolvimento da furca;
- Perto da esfoliação do dente;
- Custo/benefício (Rodd et al., 2006).

Antes de qualquer plano de tratamento, é fundamental o diagnóstico oral, bem como pulpar. Para tal, deve-se avaliar a anamnese, as características da dor (duração, localização, o que agrava ou alivia, intensidade e espontaneidade), testes de percussão e palpação, de sensibilidade e recorrer aos meios complementares de diagnóstico, exames intra e extra-orais para um diagnóstico adequado (Mello-Moura et al., 2013; Nowak et al., 2019).

O doente pediátrico, nem sempre consegue exprimir de forma clara os sintomas, pelo que os meios complementares de diagnóstico são imprescindíveis para um correto diagnóstico, pois inclusivamente os testes de sensibilidade nem sempre são 100% fiáveis (Goyal, 2022; Mello-Moura et al., 2013; Nowak et al., 2019). Os testes podem resultar em respostas subjetivas, além disso nem sempre a colaboração da criança é a pretendida (Carrotte, 2005; Hargreaves et al., 2012; Mello-Moura et al., 2013).

Com recurso à radiografia periapical, técnica radiográfica mais utilizada na Endodontia, é possível analisar, em duas dimensões, o dente e os tecidos duros envolventes (Carrotte, 2005; Castro et al., 2020).

Assim, a radiografia apical tem como objetivos:

- Analisar a configuração dentária, estado da coroa e raízes, ou seja, visualização do dente em toda a sua extensão;
- Avaliar a anatomia da câmara pulpar, visualizar os canais radiculares e a condição do tecido periapical;
- Observar o espaço periodontal envolvente;
- Avaliar a fase de esfoliação dos dentes decíduos e de formação dos dentes sucessores;
- Detetar corpos estranhos (Fuks & Peretz, 2016).

A escolha do tipo de terapia pulpar depende do estado da polpa, assim, após determinar o diagnóstico pulpar é possível prosseguir para a terapia pulpar indicada, tendo em consideração o suporte e estrutura do dente (Fuks & Peretz, 2016).

O tratamento e prognóstico dependem de um diagnóstico correto (American Association of Endodontists, 2013; Goyal, 2022; Levin et al., 2009).

A terapia pulpar é dividida em terapia pulpar vital e terapia pulpar não vital.

A terapia pulpar vital tem como objetivo primordial manter a vitalidade da polpa, em virtude da manutenção da vascularização, para ocorrer a formação de odontoblastos. O sucesso está sujeito a condições como a severidade da hiperémia pulpar, da irrigação sanguínea, do controlo da homeostase, da desinfecção dos tecidos expostos, da biocompatibilidade e propriedades antibacterianas dos materiais aplicados e do selamento da restauração (Parisay et al., 2015).

A terapia pulpar vital inclui os procedimentos proteção pulpar indireta, proteção pulpar direta e pulpotomia (American Academy of Pediatric Dentistry, 2020).

Na população infantil, a cárie afeta sobretudo as zonas interproximais dos dentes, principalmente em dentes posteriores (Allison & Schwartz, 2003; Lucas-Rincon et al., 2019). Posto isto, Carrotte (2005, p.11) afirma “sugere-se também que as exposições [pulpare] nas paredes axiais tenham um mau prognóstico, pois a polpa coronária, à exposição, pode ficar privada da sua irrigação sanguínea e sofrer necrose”. Desta forma, muitos autores evidenciaram algumas reservas na terapia de proteção pulpar direta, sendo indicada aquando de pequenas exposições traumáticas ou mecânicas, na presença de uma polpa vital, a pulpotomia. (Fuks, 2008).

Na terapia pulpar não vital, os dentes decíduos em que o estado pulpar é pulpíte irreversível ou necrose pulpar, poderão ser submetidos a pulpectomia. Mesmo se após o tratamento persistirem queixas de algia, tecidos infetados, a extração será a opção de tratamento, sendo que um novo plano de tratamento deverá ser discutido (American Academy of Pediatric Dentistry, 2020; Parisay et al., 2015).

1.3.1 Pulpotomia

Em casos de atingimento pulpar por lesões de cárie extensas, por trauma, na qual a polpa apresenta um diagnóstico de polpa sã ou pulpíte reversível, a pulpotomia é o

procedimento de eleição (American Academy of Pediatric Dentistry, 2020; Van Noort & Barbour, 2013).

Em Odontopediatria, esta técnica é considerada conservadora e a mais praticada, porém é controversa no que toca ao diagnóstico pulpar e na escolha do medicamento biocompatível (Igna, 2021; Maroto et al., 2007).

O objetivo, da pulpotomia em dentes primários, consiste na amputação total da polpa coronária, para permitir a cicatrização da polpa presente nos canais radiculares livres da inflamação, e assim preservar o dente assintomático até à sua esfoliação natural (Sabbarini et al., 2008).

Quando os sinais e/ou sintomas de inflamação se estendem além do tecido pulpar coronário, a pulpotomia não está indicada. Assim, esta está contraindicada aquando das seguintes condições:

- Algia espontânea;
- Mobilidade patológica e fisiológica;
- Radiotransparências periapical ou interradicular, compatíveis com existência de patologia periapical ou de furca, respetivamente;
- Calcificações pulpare;
- Evidência de reabsorção radicular patológica;
- Reabsorção radicular interna;
- Pulpite avançada ou necrose pulpar;
- Fístula odontogénica;
- Edema (de origem pulpar);
- Impossibilidade de restaurar/selar;
- Incapacidade de controlar a hemorragia após a amputação pulpar coronária (Nowak et al., 2019; Van Noort & Barbour, 2013; Sirohi et al, 2017).

Segundo Rodd et al., (2006) e Dean et al., (2011), o protocolo apresenta as seguintes etapas:

1. Anestesia local e isolamento absoluto;
2. Remoção da lesão de cárie;

3. Remoção total, com a broca Endo-Z, do teto da câmara pulpar;
4. Com escavador estéril discoide afiado ou com uma broca esférica de contra-ângulo, remover a polpa coronária;
5. Controlar a hemorragia, com auxílio de um algodão estéril (hemostasia deve ser dominada em 4 minutos);
6. Após controlar a hemorragia e desinfetar a câmara pulpar, é aplicado o material selecionado para a pulpotomia;
7. Restauração definitiva para obter um bom selamento, é aconselhável considerar uma restauração adesiva ou uma coroa pré-formada.

A pulpotomia, para ser bem-sucedida, depende de diversos fatores, como: isolamento absoluto, método de remoção da lesão de cárie, bem como do teto da câmara pulpar, amputação completa da polpa coronária inflamada, hemostasia, material adequado, tipo de reabilitação, experiência do odontopediatra e diagnóstico adequado do estado pulpar (Farto et al., 2017; Igna, 2021; Sirohi et al., 2017).

Assim, um dos pontos a ter em consideração é a escolha do material biocompatível ideal, que nas pulpotomias é de suma importância para o sucesso da mesma.

1.3.2 Materiais em pulpotomias

As raízes dos dentes decíduos apresentam uma relação próxima do gérmen do dente sucessor permanente, em desenvolvimento (Carrotte, 2005). Posto isto, é mandatário a escolha de uma pasta que cumpra diversos requisitos, como:

- Não interferir com a esfoliação natural;
- Bactericida;
- Fácil manipulação e aplicação;
- Inócuo para o tecido pulpar remanescente e estruturas circundantes;
- Económica;
- Tempo de presa eficiente (Fuks & Peretz, 2016; Igna, 2021; Lillo et al., 2018; Van Noort & Barbour, 2013).

Foi no início século XX, que o formocresol foi introduzido na terapia pulpar, por sua vez, a sua utilização permanece controversa, em consequência da sua toxicidade e potencial ação carcinogénica (Fuks & Peretz, 2016).

Devido aos aspetos controversos do formocresol, o glutaraldeído foi apontado como uma opção na pulpotomia. O glutaraldeído apresenta baixo potencial tóxico, boa ação hemostática, bem como atividade antimicrobiana, menor preservação do tecido pulpar e propriedades de fixação ao tecido pulpar com maior velocidade, porém atinge profundidades limitadas (Chandrashekhar & Shashidhar, 2014; Fuks & Peretz, 2016; Hargreaves et al., 2016; Igna, 2021). Apesar das diferenças entre os materiais, as taxas de sucesso do glutaraldeído são inferiores às do formocresol, ao longo do tempo (Hargreaves et al., 2016; Igna, 2021).

Posteriormente, surgiu o hidróxido de cálcio, que aquando da sua aplicação, na terapia pulpar vital, apresenta um pH inicial elevado, ocorrendo a dissociação em iões cálcio e em iões hidroxilo, agindo sob as bactérias e tecidos, tendo funções antibacterianas, de defesa, resposta inflamatória e reparação tecidular (Neto et al., 2013). Entretanto, pesquisas têm evidenciado que o seu uso, nesta terapia em dentes decíduos, pode resultar em irritação pulpar, e consequentemente levar à inflamação crónica e reabsorção interna (Fuks & Peretz, 2016; Igna, 2021).

O sulfato férrico apresenta ausência de efeitos sistémicos adversos e baixa toxicidade. Consegue alcançar a hemostasia pulpar, ao formar sobre a polpa radicular vital, uma proteção que oclui os orifícios, resultante da reação do ferro presente no sangue (Hargreaves et al., 2016; Rodd et al., 2006). Inicialmente, segundo Ranly e Garcia-Godoy (2000), o sulfato férrico era aplicado como agente hemostático, com o emprego do hidróxido de cálcio. Isto porque evitava, após a remoção pulpar coronária, a formação de coágulos, diminuindo as hipóteses de inflamação e reabsorção interna. Após a observação clínica e radiográfica do uso isolado de sulfato férrico, concluiu-se que os resultados eram comparáveis aos do formocresol (Sonmez et al., 2008). Quanto à evidência histológica, o tecido inflamatório foi moderado e a necrose pulpar ocorreu apenas ocasionalmente (Camilleri, 2017).

Em suma, o material aplicado na pulpotomia deve ter em consideração a idade do paciente pediátrico, evitando a esfoliação precoce, uma vez que o objetivo é manter até à idade de esfoliação correta.

1.3.3 Cimentos Biocerâmicos

Em 1995, um novo material, o agregado de trióxido mineral (MTA), de cor cinzenta, foi introduzido principalmente para ser utilizado como material de retrobturação e reparação de perfurações radiculares. Mais tarde, as suas utilizações foram alargadas para incluir os procedimentos de apexificação, de terapia pulpar vital e como cimento de obturação (Camilleri, 2017). Segundo Camilleri e Ford (2006), foi aceite posteriormente pela FDA (*Food and Drug Administration*), passando a ser comercializado como ProRoot MTA (*Tulsa Dental Products, Tulsa, OK, EUA*) (Camilleri & Ford, 2006; Ree & Schwartz, 2014).

O MTA é, na realidade, cimento de Portland radiopaco, utilizado originalmente na construção civil, que foi patenteado para utilização em Medicina Dentária (Camilleri, 2017; Camilleri et al., 2022). Os principais interesses na introdução do MTA, para estes procedimentos específicos, foram as suas propriedades hidráulicas e o seu comportamento após hidratação. Quando se mistura o pó de MTA com água, os componentes, que são o silicato tricálcico e o aluminato tricálcico, sofrem uma reação de hidratação, formando silicato de cálcio hidratado e cálcio hidróxido da reação do silicato. A formação de hidróxido de cálcio faz o uso do MTA viável para diversos tipos de tratamentos, substituindo o hidróxido de cálcio nestes mesmos procedimentos (Camilleri, 2017; Camilleri et al., 2022; Darvell & Wu, 2011).

Materiais sólidos inorgânicos e não metálicos obtidos através do aquecimento, a elevadas temperaturas, de minerais brutos são denominados de cerâmicos. Os biocerâmicos são resultado dos materiais cerâmicos biocompatíveis ou óxidos metálicos, com a adicional capacidade de cicatrização e atividade antibacteriana/antifúngica, com utilidade na Medicina, bem como na Medicina Dentária (Aljifan et al., 2022; Raghavendra et al., 2017).

Quanto à classificação dos biocerâmicos, podem ser:

1. Bioinertes (alumina, zircónio): não interagem com os sistemas biológicos, ou seja, são em termos químicos altamente estáveis;
2. Bioativos (vidros bioativos, vitrocerâmica bioativa, hidroxiapatita, silicatos de cálcio): ocorrem interações com o organismo, levando à formação de tecido envolvente;
3. Biodegradáveis (fosfato tricálcico, vidros bioativos): são degradados com o tempo, através da fagocitose ou solubilização pelo tecido circundante (Bansode et al., 2016; Raghavendra et al., 2017).

São materiais que apresentam diversas vantagens por apresentarem estabilidade tridimensional e biocompatibilidade com os tecidos. Esta última vantagem é de elevada importância, uma vez que leva a respostas reparadoras e regenerativas. Após a sua aplicação, os constituintes dos cimentos biocerâmicos interagem com o tecido pulpar e com as células periapicais, apresentando bioatividade (Raghavendra et al., 2017; Sequeira et al., 2018).

A sua biocompatibilidade está também ligada à similaridade entre cimentos biocerâmicos e hidroxiapatite, a nível químico e estrutural, desempenhando uma função osteocondutora intrínseca e apresentando capacidade de induzir respostas regenerativas. Do mesmo modo, apresenta propriedades antibacterianas como resultado da precipitação, *in situ*, de um pó poroso, contendo nanocristais com diâmetros entre 1 a 3 nanómetros, que levam a sequestros bacterianos, impedindo a sua adesão e penetração nos tecidos saudáveis (Camilleri et al., 2022; Raghavendra et al., 2017). A ação antimicrobiana do MTA é também devida ao seu pH alcalino após a sua hidratação (Tian et al., 2017).

Em contacto com o tecido pulpar radicular, o óxido de cálcio e o fosfato de cálcio, presentes no MTA, sofrem alterações. O óxido de cálcio, em contacto com a humidade do tecido, converte-se em hidróxido de cálcio, que se dissocia em iões de cálcio e de hidróxido. Estes iões elevam o pH, para valores aproximados de 10 a 12, impossibilitando o desenvolvimento de bactérias. Os iões de cálcio ao reagirem com o dióxido de carbono, presente na corrente sanguínea da polpa, formam carbonato de cálcio, com a função de estimular a formação de tecido reacional e a diferenciação celular em fibroblastos, odontoblastos e cementoblastos (Kabel et al., 2021; Metlerska et al., 2021).

Atualmente, é aceite que os materiais à base de silicato de cálcio na terapia pulpar vital são considerados como *gold-standard* e atuam como indutores de reações favoráveis na reparação, durante a terapia da polpa vital (Guven et al., 2017; Vilella-Pastor et al., 2021).

De acordo com Debelian e Trope (2016), um dos medicamentos extensamente estudados na Medicina Dentária é o MTA, considerado um cimento biocerâmico clássico ou de 1ª geração.

Apresentava-se originalmente sob a forma de pó, coloração cinza, constituído por aluminoferrite tetracálcica, silicato tricálcico, sulfato de cálcio desidratado, gesso e óxido de bismuto (Lillo et al., 2018; Rodd et al., 2006).

Graças aos seus componentes, o material tem as seguintes características:

- Biocompatível com os tecidos dentários;
- pH alcalino;
- Hidrofilico;
- Radiopaco, por conta do óxido de bismuto;
- Baixa solubilidade;
- Potencial de expansividade, promovendo um melhor selamento após a toma de presa;
- Capacidade de formar tecidos duros mineralizados, através da estimulação de citocinas de fibroblastos pulpares;
- Regenera o tecido pulpar (Ghoniem et al., 2018; Lillo et al., 2018; Rodd et al., 2006).

Como referido anteriormente, a fórmula original do MTA era cinzenta, tendo ficado posteriormente conhecido como *Grey MTA* (GMTA). Contudo, o GMTA apresentava alguns inconvenientes que tornaram desfavorável o seu uso. São eles:

- Dificil manipulação do material;
- Requer mistura, resultando num desperdício considerável, consequentemente, um custo ligeiramente mais elevado;
- Armazenamento cuidado, de modo a evitar o desperdício;

- Tempo de presa longo;
- Dificil remoção do canal radicular quando colocado;
- Descoloração coronária;
- Indução de calcificação pulpar (Parirokh et al., 2018).

Foi introduzida uma variação da fórmula original do GMTA. Este material, que é uma cor branco creme, é muitas vezes chamado MTA branco (WMTA), comercializado com os nomes comerciais de *ProRoot White* MTA e *MTA Angelus* (Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, Brasil). A composição química do WMTA é muito semelhante à do GMTA. Em comparação com o GMTA, a percentagem de trióxido de ferro é menor, modificando a cor do pó e a remoção do sulfato de cálcio di-hidratado diminui o tempo de presa (Delfino et al., 2021; Marciano et al., 2014; Silva et al., 2017).

Segundo o estudo realizado por Cardoso-Silva et al. (2011), em termos de sucesso clínico e radiográfico, tanto o GMTA como o WMTA apresentam taxas de sucesso elevadas, aferindo que são bons substitutos do formocresol em pulpotomias de molares decíduos. Também foi referido nos seus estudos que o WMTA, mesmo com as mudanças na sua composição, apresentou resultados inferiores aos do GMTA, pois este último aparenta formar pontes de dentina de forma mais eficiente (Hargreaves et al., 2016).

Algumas destas desvantagens, apesar da inovação do GMTA, também se aplica ao WMTA (Parirokh et al., 2018). Em termos clínicos, ambas as formulações do MTA ocorre a descoloração dentinária, o que de acordo com Parirokh e Torabinejad (2010), se deve à adição de elementos de metais pesados na sua constituição, assim como a presença de óxido de bismuto em ambos, como agente radiopacificante (Parirokh & Torabinejad, 2010).

Nos últimos anos, houve um aumento no número de pesquisas de novos cimentos biocerâmicos (Güven et al., 2017). Novas formulações do MTA têm sido aplicadas, com o intuito de superar os prejuízos clínicos descritos. Contudo, muitas destas variações da formulação prejudicam as vantagens físicas e mecânicas do MTA (Debelian & Trope, 2016).

Devido a estes problemas clínicos, foram desenvolvidos cimentos biocerâmicos de 2ª geração, com alterações na sua constituição química, utilizando cimento de silicato

tricálcico puro em vez de cimento de Portland. Adicionalmente, o óxido de bismuto foi substituído por outros radiopacificantes e o manuseamento é mais fácil, uma vez que estes materiais contêm aditivos que melhoram as propriedades dos materiais (Camilleri, 2017; Raghavendra et al., 2017). Têm qualidades semelhantes ao MTA, pelo que podem ser utilizados para todas as aplicações relacionadas com o MTA (Aljifan et al., 2022). De acordo com Monje e Honorato (2020), é a partir da 2ª geração que, graças às nanopartículas, os cimentos biocerâmicos têm uma estabilidade superior, maior dureza e resistência à pressão. Além disso, existem melhorias na manipulação, no modo de aplicação clínica, o tempo de presa é menor, diminuindo o tempo de consulta e a vantagem de não comprometer a estética, pois deixaram de provocar pigmentação coronária (Hargreaves et al., 2012).

O primeiro cimento biocerâmico de 2ª geração a ser introduzido no mercado foi o Biodentine, em 2011, como um material de substituição da dentina, sendo constituído por cimento de silicato tricálcico puro. Tem como vantagens sobre o MTA, um menor tempo de presa, cerca de 10-12 minutos, e uma força compressiva semelhante à dentina. Necessita de ser misturado no momento imediato antes da sua aplicação, através da adição de um líquido contendo cloreto de cálcio numa cápsula que contém o pó. A mistura é triturada e vibrada, utilizando um vibrador de amálgama durante 30 segundos. No entanto, a mistura resultante não é habitualmente homogênea e é necessário nova mistura manual. O equilíbrio entre uma consistência mais húmida ou seca de Biodentine requer alguma prática clínica. Os aditivos adicionados ao Biodentine incluem carbonato de cálcio, que é adicionado ao pó; cloreto de cálcio juntamente com um polímero solúvel em água são adicionados ao líquido. O polímero solúvel em água permite a utilização de menos água para obter a mesma consistência e isto, juntamente com o carbonato de cálcio, torna o material mais resistente. O radiopacificante é o óxido de zircónio de forma a não provocar descoloração dos dentes (Camilleri et al., 2013; Marciano et al., 2014; Palma et al., 2019). Apresentam um pH alcalino (12.5), permitindo a libertação de iões de cálcio, que asseguram o potencial antibacteriano. Apresentam a capacidade de formar hidroxiapatite e água, através da reação do hidróxido de cálcio com o fosfato (Yang et al., 2002).

As características biológicas do Biodentine indicam proliferação celular favorável e atividade de fosfatase alcalina das células da polpa dentária humana, assim ocorre formação de dentina reacionária e reparadora, que é essencial para todos os procedimentos de proteção pulpar. Foi também demonstrado que aumenta a proliferação

e diferenciação odontoblástica das células estaminais humanas, indicando a sua viabilidade como material de barreira em procedimentos endodônticos regenerativos. Outras características do Biodentine incluem a expressão e libertação de proteínas da matriz dentinária, potencial anti-inflamatório e indução da capacidade de regeneração da polpa. Além disso, tem a capacidade de induzir a formação de tecido mineralizado (Chang et al., 2014; Katge & Patil, 2017; Wongwatanasanti et al., 2018).

Um inconveniente importante é a impossibilidade de preparar parcialmente a quantidade definida pelo fabricante. Como temos de preparar uma quantidade fixa, isto resulta num desperdício na grande maioria dos casos, quando apenas uma pequena quantidade seria necessária na situação clínica (Aljifan et al., 2022; Haapasalo et al., 2015).

Contudo, a quantidade de investigações e literatura está limitada, dificultando a avaliação do pós-operatório (Camilleri, 2015; Wang, 2015).

Com base no que foi introduzido, a realização da presente revisão sistemática tem como objetivo comparar a taxa de sucesso clínico e radiográfico dos cimentos biocerâmicos de 2ª geração com o MTA, cimento biocerâmico de 1ª geração, em pulpotomias de dentes decíduos.

II. Materiais e métodos

2.1.Revisão de literatura e pergunta PICOT

Ao realizar a revisão sistemática, de acordo com as diretrizes PRISMA (Moher et al., 2009) para Revisões Sistemáticas, têm como objetivo responder à pergunta de investigação: Existem diferenças nas taxas de sucesso clínico e radiográfico ao realizarmos pulpotomias de dentes decíduos com os biocerâmicos de 2ª geração, ao *follow-up* de 24 meses?

Esta questão foi adaptada para a nomenclatura PICOT:

- P (*Population*): dentes decíduos de crianças;
- I (*Intervention*): pulpotomia com os biocerâmicos de 2ª geração;
- C (*Comparison*): pulpotomia com MTA;
- O (*Outcome*): sucesso nos testes de sensibilidade, testes à percussão e palpação, e ausência de sinais de insucesso radiográficos;
- T (*Time*): *follow-up* até aos 24 meses.

A pesquisa bibliográfica nas bases de dados *PubMed*, *The Cochrane Library*, *Lilacs*, *ScienceDirect* e *BMC Public Health*, foi realizada desde dezembro de 2021 até janeiro de 2022. Para identificar estudos relevantes, utilizaram-se as seguintes palavras-chave e termos *MeSH* “((*dentistry, pediatric*) [*MeSH terms*]) OR (*children, dentistry for* [*MeSH terms*]) OR (*Pulpotomies* [*MeSH terms*]) OR (*Primary teeth* [*MeSH terms*]) OR (*pulp, dental* [*MeSH terms*]) (*caries, dental* [*MeSH terms*]) OR (*pediatrics*) OR (*primary tooth*) OR (*pulpotomy*))AND((*agent, pulp capping* [*MeSH terms*]) OR (*cement, dental* [*MeSH terms*]) OR (*bioceramics* OR *Mineral Trioxide Aggregate* OR *biodentine*))”, limitado no idioma, sendo selecionados artigos somente em português e em inglês.

Uma busca adicional por literatura não convencional foi considerada, usando as bases de dados *OpenGrey* (<http://www.opengrey.eu/>) e *Mednar* (<http://www.mednar.com/>) para que artigos adicionais pudessem ser relevantes e incluídos nesta síntese.

Critério de inclusão

- Estudos humanos *in vivo* escritos em português e em inglês;

- Entre os anos 2011 e 2021;
- Foram incluídos ensaios clínicos randomizados, estudos prospectivos e estudos retrospectivos, com seguimento mínimo de três meses, que avaliam sinais e sintomas clínicos de sucesso ou critérios de sucesso radiográfico;
- Estudos em que discutem e avaliam o sucesso de pulpotomias, em dentes decíduos, utilizando biocerâmicos de primeira e segunda gerações.

Critério de exclusão

- Estudos *in vitro* e estudos experimentais animais;
- Revisões sistemáticas, casos clínicos ou estudo de casos;
- Estudos não comparativos, ou seja, apenas um material utilizado para tratamento é avaliado;
- Estudos que comparam com outros materiais não biocerâmicos, como o formocresol, o sulfato férrico, o hidróxido de cálcio, etc.;
- Artigos envolvendo outros tipos de terapia pulpar;
- Estudos realizados em dentes permanentes.

2.2. Seleção de estudos

Dois revisores (J.N. e M.A.) avaliaram, independentemente, todos os títulos e resumos solicitados, removendo os artigos duplicados. Numa segunda fase, avaliaram os textos completos, guiando-se pelos critérios de inclusão e exclusão. A terceira revisora (L.L.), em caso de desacordo, foi consultada, para chegar a um acordo. Desta forma, foi criada uma plataforma, no *Microsoft Excel*, para organizar a exclusão de artigos e os respectivos motivos de exclusão.

2.3. Recolha de dados

Utilizando a mesma plataforma, os dados foram extraídos considerando os seguintes tópicos: autores e respetivo ano de publicação, tipo de estudo, descrição da população, intervenções, grupos de comparação, período de *follow-up*, *outcome*, achados clínicos, financiamento e, por fim, o risco de viés (Tabela 2).

2.4. Síntese de dados e análises estatísticas

Foram elaboradas tabelas pré-definidas para a recolha de dados contínuos, valores médios e desvios padrão (SD). A meta-análise de modelo de efeitos aleatórios e blobogramas foram calculados no R versão 3.4.1 (*R Studio Team 2018*), utilizando o *'meta'* package¹⁰, por meio da meta-análise de efeitos aleatórios DerSimonian-Laird. Uma meta-análise de dados de resultados binários compara os resultados clínicos e radiográficos de biocerâmicos em pulpotomias de dentes decíduos. A heterogeneidade foi calculada, por meio da estatística do teste via I^2 ($p < 0,1$), em que se considerou heterogeneidade substancial quando a estatística I^2 ultrapassou 50%. As estimativas foram descritas com intervalo de confiança de 95% (95%IC).

III. Resultados

3.1. Seleção de estudos

Através da pesquisa realizada, numa primeira fase, chegou-se ao total de 891 artigos, dos quais, 283 artigos identificados no *PubMed*, 363 artigos no *The Cochrane Library*, 8 artigos *Lilacs*, 32 artigos *ScienceDirect* e 205 artigos *BMC Public Health*. Foram excluídos 16 artigos replicados, sendo 875, os artigos analisados, de acordo com os critérios de elegibilidade. Não foram adicionados artigos identificados através de outras vias, *OpenGrey* e *Mednar* (tabela 1). Foram excluídos 852 artigos, após revisão dos títulos e resumos, por não selecionarem dentes decíduos, por realizarem diferentes intervenções e pelo tipo de estudo. Seguidamente, 23 artigos foram analisados para leitura completa, dos quais 9 foram excluídos, com os respetivos motivos (figura 6). Assim sendo, o processo de seleção resultou numa inclusão final de 14 artigos (Alsanouni & Bawazir, 2019; Bani et al., 2017; Carti & Oznurhan., 2017; Çelik et al., 2018; Cuadros-Fernández et al., 2015; de Lima et al., 2020; Guven et al., 2017; Kang et al., 2015; Kusum et al., 2015; Malekafzali et al., 2011; Oznurhan et al., 2020; Rajasekharan et al., 2016; Togaru et al., 2016; Vilella-Pastor et al., 2021).

	Estratégia de busca	Número	Duplicados
PubMed	((dentistry, pediatric) [MeSH terms]) OR (children, dentistry for [MeSH terms]) OR (Pulpotomies [MeSH terms]) OR (Primary teeth [MeSH terms]) OR (pulp, dental [MeSH terms]) (caries, dental [MeSH terms]) OR (pediatrics) OR (primary tooth) OR (pulpotomy) AND ((agent, pulp capping [MeSH terms]) OR (cement, dental [MeSH terms]) OR bioceramics OR Mineral Trioxide Aggregate OR biodentine))	283	0
ScienceDirect	((pediatric dentistry) OR (children dentistry) OR (pulpotomies) OR (primary teeth) OR (dental pulp) OR (dental carie) OR (pediatrics) OR (primary tooth) OR (pulpotomy) AND (pulp capping agent) OR (dental cement) OR (bioceramics) OR (mineral trioxide aggregate) OR (biodentine))	32	0
BMC	((pediatric dentistry) OR (children dentistry) OR (pulpotomies) OR (primary teeth) OR (dental pulp) OR (dental carie) OR (pediatrics) OR (primary tooth) OR (pulpotomy) AND (pulp capping agent) OR (dental cement) OR (bioceramics) OR (mineral trioxide aggregate) OR (biodentine))	205	14
Cochrane (CENTRAL)	((pediatric dentistry) OR (children dentistry) OR (pulpotomies) OR (primary teeth) OR (dental pulp) OR (dental carie) OR (pediatrics) OR (primary tooth) OR (pulpotomy) AND (pulp capping agent) OR (dental cement) OR (bioceramics) OR (mineral trioxide aggregate) OR (biodentine))	363	0
LILACS	((pediatric dentistry) OR (children dentistry) OR (pulpotomies) OR (primary teeth) OR (dental pulp) OR (dental carie) OR (pediatrics) OR (primary tooth) OR (pulpotomy) AND (pulp capping agent) OR (dental cement) OR (bioceramics) OR (mineral trioxide aggregate) OR (biodentine))	8	2
OpenGrey	((pediatric dentistry) OR (children dentistry) OR (pulpotomies) OR (primary teeth) OR (dental pulp) OR (dental carie) OR (pediatrics) OR (primary tooth) OR (pulpotomy) AND (pulp capping agent) OR (dental cement) OR (bioceramics) OR (mineral trioxide aggregate) OR (biodentine))	0	0
Mednar	((pediatric dentistry) OR (children dentistry) OR (pulpotomies) OR (primary teeth) OR (dental pulp) OR (dental carie) OR (pediatrics) OR (primary tooth) OR (pulpotomy) AND (pulp capping agent) OR (dental cement) OR (bioceramics) OR (mineral trioxide aggregate) OR (biodentine))	0	0
TOTAL		891	16

Tabela 1. Resultados obtidos das estratégias de busca das diferentes bases de dados

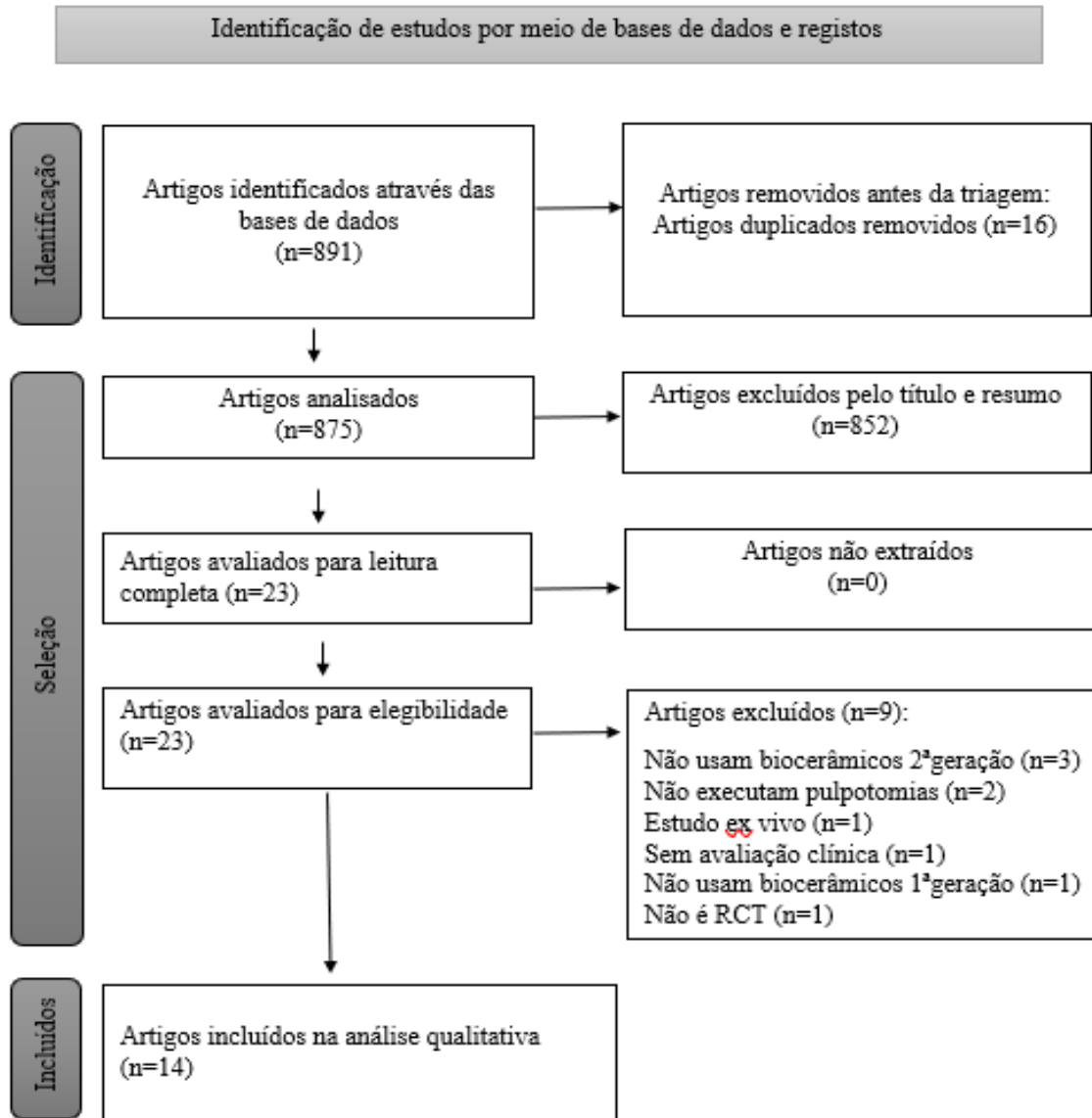


Figura 6. Fluxograma de acordo com as diretrizes PRISMA para revisões sistemáticas

3.2. Características do estudo

Autores (ano)	Tipo de estudo	Descrição da população	Intervenções	Grupo de comparação	Período de follow-up	Outcomes	Conclusões Clínicas	Financiamento	Risco de viés
Alsanouni et al., (2019)	Ensaio clínico controlado randomizado.	4 a 8 anos; 15 ♀, 13 ♂ 80 dentes (1° MDS=15; 1° MDI=25; 2° MDS=17; 2° MDI=23).	Pulpotomias em molares decíduos com lesões de cárie próximas ou a atingir a polpa.	NeoMTA Plus (experimental) VS ProRoot MTA (controle).	Exame clínico: 3, 6 e 12 meses; Exame radiográfico: 6 e 12 meses.	Sucesso clínico na ausência de: dor espontânea; sensibilidade à percussão ou palpação; edema; fistula; mobilidade patológica. Sucesso radiográfico na ausência de: espessamento do LP; lesões de furca ou periapical; reabsorção radicular patológica.	Aos 12 meses, sucesso clínico NeoMTA Plus 100% e ProRoot MTA 97,4%. Sucesso radiográfico do NeoMTA 97,5% e ProRoot MTA 94,9%. NeoMTA Plus é um medicamento de pulpotomia potencial para dentes decíduos.	Bolsa de Investigação fornecida pela Universidade King Saud, Riad, Arábia Saudita. Não financiaram os materiais ProRoot MTA e NeoMTAPlus.	Não determinado.
Bani et al., (2017)	Ensaio clínico controlado randomizado.	4 a 9 anos; 17 ♀, 15 ♂; 64 dentes (1°MDI=34; 2°MDI=30).	Pulpotomias em molares decíduos com lesões cariosas interproximais profundas em dentes mandibulares simétricos para tratamento pulpar.	Biodentine (experimental) VS MTA (controle).	6, 12, 18 e 24 meses.	Sucesso clínico na ausência de: dor espontânea; sensibilidade à percussão ou palpação; edema; fistula; mobilidade patológica. Sucesso radiográfico na ausência de: espessamento do LP; lesões de furca ou periapical; reabsorção radicular externa ou interna patológica.	Biodentine e MTA sem diferenças estatisticamente significativas nos sucessos clínico e radiográfico, após 24 meses. Sucesso clínico Biodentine e MTA 96,8%. Sucesso radiográfico 93,6% para Biodentine e 87,1% para MTA.	Não relatado.	Não determinado.
Carti et al., (2017)	Ensaio clínico controlado randomizado.	5 a 9 anos; 12 ♀, 13 ♂; 50 dentes (1°MDI=27, 2°MDI=23).	Pulpotomias em molares decíduos com lesões de cárie próximas ou a atingir a polpa.	Biodentine (experimental) VS MTA (controle).	1, 3, 6 e 12 meses.	Sucesso clínico na ausência de: dor espontânea; sensibilidade à percussão ou palpação ou ao frio; presença de fistula-edema; mobilidade patológica; Sucesso radiográfico na ausência de: desintegração da lâmina dura; espessamento do LP; destruição óssea periapical/interradicular; reabsorção interna-externa; metamorfose calcificada radiológica.	Sem diferenças estatisticamente significativas entre as taxas de sucesso clínico. Aos 12 meses, sucesso clínico de 96% para MTA e 96% Biodentine. Sucesso radiográfico 80% para MTA e 60% Biodentine. Tanto o MTA como o Biodentine podem ser usados como agentes de pulpotomia, mas mais estudos de longo prazo com amostras maiores são requeridos.	Bolsa de Pesquisa apoiada pela CUBAP.	Não determinado.
Çelik et al., (2018)	Ensaio clínico controlado randomizado.	5 a 9 anos; 20 ♀, 24 ♂; MDI=50.	Pulpotomias em molares decíduos com lesões de cárie próximas ou a atingir a polpa.	Biodentine (experimental) VS MTA (controle).	3, 6, 12, 18 e 24 meses.	Sucesso clínico na ausência de: dor espontânea; sensibilidade à percussão ou palpação; edema; fistula e inflamação gengival; mobilidade patológica. Sucesso radiográfico na ausência de: lesão periapical/furca; reabsorção radicular interna/externa. A metamorfose calcificada da polpa não foi considerada um insucesso.	Biodentine e MTA sucesso clínico semelhantes 24 meses. Taxas de sucesso clínico e radiográfico Biodentine de 89,4% MTA de 100%. O Biodentine pode ser uma alternativa ao MTA. No entanto, ensaios clínicos com follow-up mais prolongado são necessários.	Não relatado.	Não determinado.

Autores (ano)	Tipo de estudo	Descrição da população	Intervenções	Grupo de comparação	Período de follow-up	Outcomes	Conclusões Clínicas	Financiamento	Risco de viés
Cuadros-Fernández et al., (2015)	Ensaio clínico controlado randomizado.	4 a 9 anos; 33 ♀; 35 ♂; 90 dentes (1º MDI=24, 2º MDI=18, 1º MDS= 24, 2º MDS=18).	Pulpotomias em molares com lesões de cárie próximas ou a atingir a polpa.	Biodentine (experimental) /VS MTA (controle).	6 e 12 meses.	Sucesso clínico ausência de: dor; edema ou inflamação gengival; de fistulação; mobilidade patológica. Sucesso radiográfico ausência de: lesões periapicais ou furca e reabsorção interna ou externa.	Taxa de sucesso clínico, após 12 meses, Biodentine 97% e MTA 92%. Sucesso radiográfico Biodentine 95% e MTA 97%.	Não relatado.	Não determinado.
de Lima et al., (2020)	Ensaio clínico controlado randomizado.	3 a 10 anos; 15 ♀; 18 ♂; 70 molares decíduos.	Pulpotomia em molares decíduos, com lesões de cárie próximas ou a atingir a polpa. Sinais e sintomas de alteração pulpar reversível.	Bio-C Pulpo (experimental) /VS MTA Angelus (controle).	1, 3, 6 e 12 meses.	Sucesso clínico na ausência de: dor espontânea; sensibilidade à percussão ou palpação; mobilidade patológica; edema; fistula; inflamação gengival. Sucesso radiográfico na ausência de: lesão periapical/furca; reabsorção radicular externa/interna; O tratamento foi considerado como falha de descoloração do dente se o dente apresentasse descoloração da coroa.	As taxas de sucesso clínico e radiográfico do Bio-C Pulpo 100%, e do MTA Angelus foram de 100%, em 12 meses. MTA Angelus e Bio-C Pulpo são opções adequadas para pulpotomias em dentes decíduos, com altas taxas de sucesso clínico e radiográfico. São necessários mais estudos de longo prazo para testar Bio-C Pulpo.	Não relatado.	Não determinado.
Güven et al., (2017)	Ensaio clínico controlado randomizado.	5 a 7 anos; 19 ♀, 10 ♂; 116 molares (1ºMD=39, 2ºMD=48, Superior=36 Inferior=51).	Pulpotomias em pelo menos quatro molares decíduos, com lesões de cárie próximas ou a atingir a polpa.	MTA-Plus e Biodentine (experimental) /VS ProRoot MTA (controle).	6,12 e 24 meses.	Sucesso clínico na ausência de: dor espontânea, sensibilidade à percussão ou palpação; mobilidade patológica; edema ou fistula. Sucesso radiográfico na ausência de: lesões periapicais/furca ou reabsorção externa. Canal pulpar obliterado não foi considerada uma falha.	Sem diferenças estatisticamente significativas entre os cimentos; Aos 24 meses, taxas de sucesso total do Biodentine, MTA-Plus e ProRoot MTA foram de 82,75%,86,2% e 93,1%, respectivamente.	Indisponibilidade de coroas de aço inoxidável, por restrições financeiras ditou o uso de amálgama em todos os molares pulpotomizados. Autores sem qualquer tipo de conflito de interesse financeiro.	Não determinado.
Kang et al., (2015)	Ensaio clínico controlado randomizado.	3 a 10 anos; 42 ♀ e 60 ♂; 151 molares decíduos.	Pulpotomias em molares decíduos com lesões de cárie próximas ou a atingir a polpa.	RetroMTA (experimental) /VS Pro-Root MTA (controle)	3, 6 e 12 meses	Sucesso clínico na ausência de: dor espontânea; sensibilidade à palpação/percussão; fistula; vermelhidão gengival; edema; mobilidade. Sucesso radiográfico na ausência de: reabsorção óssea nas regiões periapicais e/ou interradiculares; alargamento do LP; reabsorção radicular externa/interna não relacionada a um processo normal de esfoliação.	Aos 12 meses, taxas de sucesso clínico do ProRoot MTA, e RetroMTA foram 100%. Taxas de sucesso radiográfico do ProRoot MTA, RetroMTA foram 100% e 94,7%, respectivamente. RetroMTA e ProRoot-MTA exibiram resultados clínicos e radiográficos favoráveis semelhantes. Houve mais falhas radiográficas no RetroMTA do que no grupo ProRoot MTA.	Bolsa de Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia em Saúde, por meio KHIDI, financiado pelo Ministério da Saúde & Welfare, República da Coreia. Todos os autores não possuem relações financeiras e pessoais que possam influenciar seu trabalho.	Participantes acompanhados por pesquisadores que pertenciam ao corpo clínico. Embora os dentes tratados foram avaliados de acordo com os critérios estabelecidos do estudo, o viés clínico não pode ser completamente excluído. Vários médicos realizaram as pulpotomias, aumentando o risco de viés, ao tomar diferentes decisões clínicas.

(Continuação Tabela 2)

Autores (ano)	Tipo de estudo	Descrição da população	Intervenções	Grupo de comparação	Período de follow-up	Outcomes	Conclusões Clínicas	Financiamento	Risco de viés
Kusum et al., (2015)	Ensaio clínico controlado randomizado.	3 a 10 anos; 75 crianças; 90 molares decíduos.	Pulpotomias em molares decíduos sem sintomas, com lesões de cárie próximas ou a atingir a polpa.	Biodentine (experimental) VS MTA (controle).	3, 6, e 9 meses.	Sucesso clínico na ausência de: dor espontânea; sensibilidade à percussão ou palpação; edema; fistula; mobilidade patológica; Sucesso radiográfico em dentes sem alterações até aos 6 meses; ausência de alterações externas. A reabsorção interna (não perfurada) e metamorfose calcificada da polpa não foram consideradas insucesso.	Aos 9 meses, taxas de sucesso clínico do MTA e Biodentine 100%. Taxas de sucesso radiográfico do Biodentine 56% e 68% MTA. É sugerido o potencial do Biodentine para ser usado como medicamento pulpotomia em dentes decíduos.	Não relatado.	Reconheceram alguns fatores como limitações. Um é a consideração de alterações na capacidade regenerativa da polpa, que varia com a idade. Pode ser controlada se estreitar a faixa etária dos sujeitos.
Malekafzali et al., (2011)	Ensaio clínico controlado randomizado.	4 a 8 anos; 23 ♂ e 17 ♀. 80 molares decíduos (1ºMDS=15, 1ºMDI=28; 2ºMDS=6; 2ºMDI=31)	Pulpotomias em molares decíduos com lesões de cárie próximas ou a atingir a polpa.	CEM (experimental) VS MTA (controle).	6, 12 e 24 meses.	Sucesso na ausência de: dor espontânea, edema/abscesso, fistula, e/ou mobilidade patológica. Sucesso radiográfico na ausência de: lesões de furca/periapical, reabsorção radicular interna e/ou externa patológica. Reabsorção interna interrompida com metamorfose calcificada da polpa e obliteração do canal pulpar (OCP) não foram consideradas falhas.	Aos 24 meses as taxas de sucesso para o CEM foi de 85% e para o MTA de 80%. No geral, os resultados clínicos e radiográficos em ambos os grupos MTA/CEM não tiveram diferenças significativas. O tempo não teve efeito significativo sobre o sucesso.	Bolsa de Pesquisa apoiada pela Fundação Nacional de Ciência do Irão e pelo Centro Iraniano de Pesquisa de Endodontia, Universidade Médica Shahid Beheshti, Teerã, Irão.	A composição dos dois biomateriais era à base de água, o clínico desconhecia o cimento utilizado, eliminando o viés cognitivo do pesquisador.
Oznurhan et al., (2020)	Ensaio clínico controlado randomizado.	6 a 9 anos; 7♀ e 5♂; 2ºMDI=24.	Pulpotomias em segundo molares decíduos com lesões de cárie próximas ou a atingir a polpa.	Biofactor MTA (experimental) VS ProRoot MTA (controle).	1, 3, 6 e 12 meses.	Sucesso clínico na ausência de: dor espontânea; sensibilidade à palpação-percussão; sensibilidade ao frio; fistula; mobilidade patológica. Sucesso radiográfico na ausência de: espessamento do LP; desintegração da lâmina dura; lesões de furca/periapical; reabsorção interna-externa; metamorfose calcificada radiológica.	Aos 12 meses, taxas de sucesso clínico ProRoot MTA de 100% e Biofactor MTA 66,6%; taxas de sucesso radiográfico de 83,3% para ProRoot MTA e 58,3% para Biofactor MTA. O ProRoot MTA apresentou maior sucesso clínico estatisticamente significante.	Bolsa de pesquisa apoiada pela Scientific Research Project Fund Cumhuriyet University.	Não determinado.

(Continuação da Tabela 2)

Autores (ano)	Tipo de estudo	Descrição da população	Intervenções	Grupo de comparação	Período de follow-up	Outcomes	Conclusões Clínicas	Financiamento	Risco de viés
Rajasekhara et al., (2016)	Ensaio clínico controlado randomizado.	3 a 8 anos; 59♀ e 22♂; 81 molares (1°MD=28, 2°MD=53; superiores= 30, inferiores=51).	Pulpotomias em dentes decíduos sob anestesia geral, com lesões de cárie próximas ou a atingir a polpa.	Biodentine(experimental) VS ProRoot WMTA (controle).	Exame clínico: 1, 6, 12 e 18 meses; Exame radiográfico: 6, 12 e 18 meses.	Sucesso clínico na ausência de: dor espontânea, sensibilidade à palpação e percussão; mobilidade patológica; inflamação gengival (por má higiene oral). Sucesso radiográfico na ausência de: espessamento do LP; desintegração da lâmina dura; lesões de furca/periapical. A reabsorção interna (não perfurada) e metamorfose calcificada da polpa não foram consideradas insucesso.	Não houve diferença significativa entre o uso de materiais e o sucesso clínico ou radiográfico após 6, 12 ou 18 meses. Aos 18 meses, o sucesso clínico foi de 95,24% e 100% observados no Biodentine e ProRoot WMTA, respetivamente. Quanto ao sucesso radiográfico foi 94% e 91% para o Biodentine e ProRoot WMTA. Biodentine parece ser um cimento de pulpotomia eficaz para o tratamento de molares decíduos cariados.	Os autores não possuem interesse financeiro nos produtos comerciais utilizados.	Não determinado.
Togaru et al., (2016)	Ensaio clínico controlado randomizado.	4 a 9 anos; ambos os sexos; total 90 molares decíduos.	Pulpotomias em molares decíduos com lesões de cárie próximas ou a atingir a polpa.	Biodentine (experimental) VS MTA (controle).	3, 6, 9, e 12 meses.	Sucesso clínico na ausência de: dor; sensibilidade à percussão; edema e/ou fistula; mobilidade patológica do dente. Sucesso radiográfico na ausência de: espessamento do LP; radiotransparência na zona de furca/periapical; reabsorção radicular interna ou externa.	MTA e Biodentine têm sido considerados como materiais de escolha mais favoráveis para pulpotomia em dentes decíduos, pois mostraram uma alta taxa de sucesso de 95,5%, ao fim de 12 meses.	Não relatado.	Não determinado.
Vilella-Pastor et al., (2021)	Ensaio clínico controlado randomizado.	4 a 9 anos; 35♂, 33 ♀; total 90 molares decíduos.	Pulpotomias em molares decíduos com cárie e/ou trauma dentário levando à exposição pulpar sem evidência de pulpite irreversível ou necrose pulpar.	Biodentine (experimental) VS MTA (controle).	6, 12, 18 e 24 meses.	Sucesso clínico na ausência de: dor espontânea; sensibilidade à percussão ou palpação; edema; fistula; mobilidade patológica. Sucesso radiográfico na ausência de: espessamento do LP; lesões furca ou periapical; reabsorção radicular externa ou interna patológica.	Aos 24 meses as taxas de sucesso clínico foram de 99,4% Biodentine, e 98,2% MTA. O sucesso radiográfico foi de 97,2% para Biodentine e 97,3% para o MTA. Tanto o Biodentine e MTA não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre eles.	Não relatado.	Não determinado.

Tabela 2. Descrição dos estudos descrevendo: autores (ano de publicação), tipo de estudo, descrição da população, intervenções, grupos de comparação, período de *follow-up*, *outcome*, achados clínicos, financiamento e, por fim, o risco de viés. Siglas/abreviaturas: ♀- sexo feminino; ♂- sexo masculino; CEM- Cimento de mistura enriquecido com cálcio; KHIDI- Instituto de Desenvolvimento da Indústria de Saúde da Coreia; LP- ligamento periodontal; MD- molar decíduo; MDI- molar decíduo inferior; MDS- molar decíduo superior; MTA- Agregado Trióxido Mineral; OCP- obliteração do canal pulpar; WMTA- *White* MTA.

Dos 14 estudos clínicos controlados randomizados *in vivo*, selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, 5 foram realizados na Turquia (Bani et al., 2017; Carti & Oznurhan, 2017; Çelik et al., 2018; Guven et al., 2017; Oznurhan et al., 2020), 2 na Espanha (Cuadros-Fernández et al. 2015; Vilella-Pastor et al., 2021) e 2 na Índia (Kusum et al., 2015; Togaru et al., 2016). O estudo de Alsanouni e Bawazir, (2019) foi elaborado na Arábia Saudita, quanto ao de Lima et al., (2020) no Brasil, na Coreia do Sul o estudo de Kang et al., (2015), Malekafzali et al., (2011) no Irão e, por fim Rajasekharan et al., (2016) na Bélgica.

No total dos 14 estudos é possível recolher 1128 dentes molares decíduos analisados. Dos quais 13 estudos reúnem um total de 637 crianças (Alsanouni & Bawazir, 2019; Bani et al., 2017; Carti & Oznurhan, 2017; Çelik et al., 2018; Cuadros-Fernández et al. 2015; de Lima et al., 2020; Guven et al., 2017; Kang et al., 2015; Kusum et al., 2015; Malekafzali et al., 2011; Rajasekharan et al., 2016; Vilella-Pastor et al., 2021), em que 289 são do sexo feminino e 271 do sexo masculino (Alsanouni & Bawazir, 2019; Bani et al., 2017; Carti & Oznurhan, 2017; Çelik et al., 2018; Cuadros-Fernández et al. 2015; de Lima et al., 2020; Guven et al., 2017; Kang et al., 2015; Malekafzali et al., 2011; Rajasekharan et al., 2016; Vilella-Pastor et al., 2021). Dos dentes analisados pelo menos 259 são 1^{os} molares decíduos (Alsanouni & Bawazir, 2019; Bani et al., 2017; Carti & Oznurhan, 2017; Cuadros-Fernández et al., 2015; Guven et al., 2017; Malekafzali et al., 2011; Rajasekharan et al., 2016) e 291 são 2^{os} molares decíduos (Alsanouni & Bawazir, 2019; Bani et al., 2017; Carti & Oznurhan, 2017; Cuadros-Fernández et al., 2015; Guven et al., 2017; Malekafzali et al., 2011; Oznurhan et al., 2020; Rajasekharan et al., 2016). Quanto à arcada, 161 são molares decíduos maxilares (Alsanouni & Bawazir, 2019; Cuadros-Fernández et al., 2015; Guven et al., 2017; Malekafzali et al., 2011; Rajasekharan et al., 2016) e 433 são molares decíduos mandibulares (Alsanouni & Bawazir, 2019; Bani et al., 2017; Carti & Oznurhan, 2017; Çelik et al., 2018; Cuadros-Fernández et al. 2015; Guven et al., 2017; Malekafzali et al., 2011; Oznurhan et al., 2020; Rajasekharan et al., 2016).

Os ensaios clínicos comparam o MTA com os seguintes biocerâmicos: 9 abordam o Biodentine (Bani et al., 2017; Carti & Oznurhan, 2017; Çelik et al., 2018; Cuadros-Fernández et al., 2015; Guven et al., 2017; Kusum et al., 2015; Rajasekharan et al., 2016; Togaru et al., 2016; Vilella-Pastor et al., 2021). O artigo de Lima et al., (2020) aborda o

Bio C pulpo; o estudo de Malekafzali et al., (2011) aplica o cimento de mistura enriquecida com cálcio (CEM); quanto ao MTA Plus é analisado em Guven et al., (2017); o artigo de Kang et al., (2015) estuda o Retro MTA e, por fim, o artigo Oznurhan et al., (2020) aborda o Biofactor MTA.

Aos 3 meses de acompanhamento, o grupo de controlo (MTA) alcançou os 100% de sucesso clínico, assim como os biocerâmicos de 2ª geração. Quanto ao sucesso radiográfico, o mesmo se verificou para o MTA, as taxas de sucesso para Biodentine variaram entre os 80-100% e os biocerâmicos com base de MTA alcançaram os 97,2%.

Aos 6 meses, as taxas de sucesso do MTA variaram entre 95,3-100% e 84-100%, clínico e radiográfico respetivamente. O Biodentine apresentou variações de 97,5-100% e 62-100% nas taxas de sucesso clínico e radiográfico, respetivamente. Os materiais com base de MTA variaram entre os 90-100% e 90-100% nas taxas de sucesso clínico e radiográfico, respetivamente.

Aos 9 meses de controlo, o MTA apresentou um sucesso clínico de 100%, já em termos radiográficos as taxas oscilaram entre os 92-100%.

Aos 12 meses, a taxa de sucesso variou para o MTA de 93,1-100% e 80-100% a nível clínico e radiográfico, respetivamente. Quanto ao Biodentine as taxas variaram a nível clínico de 89,6-100% e radiográfico 58,3-96,9%. Já os materiais com base de MTA foram de 96,5-100% e 85-100% para as taxas de sucesso clínico e radiográfico, respetivamente.

Aos 18 meses, o MTA apresentou taxas entre os 96,9-100% e 90,6-95% a nível clínico e radiográfico, respetivamente. Quanto ao Biodentine as taxas de sucesso clínico foram de 95-100% e radiográfico de 89,4-100%.

Por fim, aos 24 meses, o MTA, as taxas de sucesso a nível clínico variaram entre os 80-100% e radiográfico dos 87,1-97,1%. As taxas de sucesso clínico do Biodentine variou de 82,8-100% a nível clínico e radiográfico de 89,4-94,4%. As taxas de sucesso clínico e radiográfico dos materiais com base de MTA foram de 86,2% e 85%, respetivamente.

3.3. Risco de Viés

Uma avaliação crítica e risco de viés dos estudos incluídos foram avaliados independentemente por dois autores (J.N. e L.B.L.). De acordo com as diretrizes de *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*, a ferramenta revisada para avaliar o risco de viés de ensaios randomizados é o *Risk of Bias (RoB 2)*. Esta ferramenta fornece uma proposta de julgamento sobre o risco de viés decorrente de cada domínio, gerado por um algoritmo baseado nas respostas às questões de sinalização. Os critérios escolhidos foram randomizados, tendo ocultação da atribuição, se houve cegamento dos participantes, avaliação do examinador e do resultado, viés de atrito e viés de notificação. Além disso, a comparabilidade e a homogeneidade dos grupos foram os critérios adicionais especificados para a avaliação do viés.

- Baixo risco de viés: todos os critérios foram atendidos, e não mais de 1 critério foi julgado incerto;
- Moderado risco de viés: se 2 ou mais critérios foram julgados incertos e outros critérios foram atendidos;
- Alto risco de viés foi considerado quando 1 ou mais critérios não foram atendidos.

Intention-to-treat	Unique ID	Study ID	Experimental	Comparator	Outcome	Weight	D1	D2	D3	D4	D5	Overall	
	Kusum 2015	1	Biodentine	MTA	Clinical and Radiographi 1		+	+	+	+	+	+	Low risk
	Lima 2020	2	Bio-C Pulpo	MTA	Clinical and Radiographi 1		+	-	-	+	+	-	Some concerns
	Malekafzani 2013		CEM	MTA	Clinical and Radiographi 1		+	+	+	+	+	+	Low risk
	Ozmurhan 2020	4	BIOfactor MTA	MTA	Clinical and Radiographi 1		!	+	+	+	+	!	Some concerns
	Rajasekharan 2015		Biodentine	MTA	Clinical and Radiographi 1		+	!	+	+	+	!	D1 Randomisation process
	Togaru 2016	6	Biodentine	MTA	Clinical and Radiographi 1		!	+	+	!	+	!	D2 Deviations from the intended interventions
	Villela-Pastor 2017	7	Biodentine	MTA	Clinical and Radiographi 1		+	+	+	+	+	+	D3 Missing outcome data
	Alsanouny 2019	8	NeoMTA Plus	MTA	Clinical and Radiographi 1		+	+	+	+	+	+	D4 Measurement of the outcome
	Bani 2017	9	Biodentine	MTA	Clinical and Radiographi 1		-	+	+	+	+	-	D5 Selection of the reported result
	Carti 2017	10	Biodentine	MTA	Clinical and Radiographi 1		+	+	!	+	+	!	Some concerns
	Celik 2018	11	Biodentine	MTA	Clinical and Radiographi 1		-	+	+	+	+	-	High risk
	Cuadros-Fernan 2018	12	Biodentine	MTA	Clinical and Radiographi 1		+	+	!	+	+	!	Some concerns
	Guyen 2017	13	MTA Plus & Biodentine	MTA	Clinical and Radiographi 1		+	+	+	+	+	+	Low risk
	Kang 2015	14	RetroMTA	MTA	Clinical and Radiographi 1		+	+	-	-	+	-	High risk

Figura 7. Avaliação do risco de viés dos estudos incluídos.

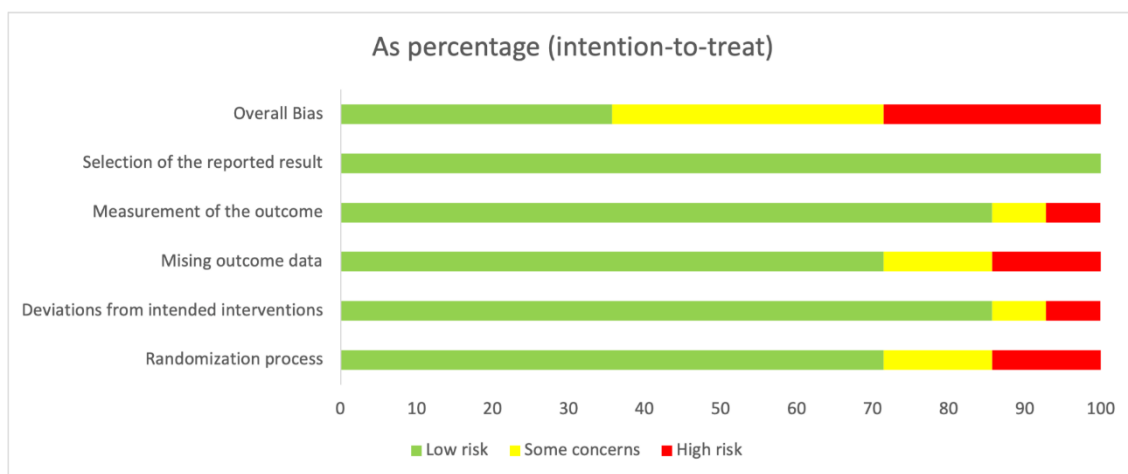


Figura 8. Risco geral de viés.

Como é possível observar na figura 7, dos estudos incluídos, o risco de viés é estimado como baixo em 5 dos artigos (Alsanouni & Bawazir, 2019; Guven et al., 2017; Kusum et al., 2015; Malekafzali et al., 2011; Vilella-Pastor et al., 2021). Existe um moderado risco de viés em 5 dos artigos (Carti & Oznurhan, 2017; Cuadros-Fernández et al., 2015; Oznurhan et al., 2020; Rajasekharan et al., 2016; Togaru et al., 2016). Os restantes 4 estudos apresentam um elevado risco de viés (Bani et al., 2017; Çelik et al., 2018; de Lima et al., 2020; Kang et al., 2015). Os domínios D1 e D3 apresentam uma maior preocupação do que os domínios D2 e D4. Já no domínio D5 não foram encontradas preocupações (figura 8).

3.4. Resultados da síntese

Por meio da meta-análise de dados de resultados binários comparou-se os resultados clínicos e radiográficos, nos diferentes meses *follow-up*.

Apresentados os resultados nas tabelas 3.1. e 3.2. os sucessos clínicos dos biocerâmicos de 2ª geração com base de MTA e Biodentine, respetivamente, em comparação com o grupo de MTA em pulpotomias de dentes decíduos.

3.4.1. Biocerâmicos 1ª Geração (MTA) vs. Biocerâmicos de 2ª Geração (com base de MTA)

Os estudos que comparam os sucessos clínicos e radiográficos do MTA e biocerâmicos com base de MTA foram divididos em subgrupos, consoante os meses de

follow-up (3, 6, 12 e 24 meses). As taxas de sucesso foram apresentadas consoante o Risk Ratio (RR), o intervalo de confiança, valor-*p* e a heterogeneidade de entre os estudos (Tabela 3.1.).

Meses	n	RR	95% CI	T	T ²	I ²	z	Valor- <i>p</i>
Clínico								
3	4	1.00	0.97-1.03	0.00	0.00	0.0	-0.17	0.8656
6	6	1.00	0.97-1.02	0.00	0.00	0.0	-0.14	0.8918
12	6	1.01	0.98-1.04	0.00	0.00	26.6	0.49	0.6276
24	2	0.99	0.83-1.17	0.00	0.00	58.3	-0.13	0.8986
Radiográfico								
3	3	0.97	0.93-1.02	0.00	0.00	0.0	-0.17	0.2199
6	6	1.00	0.97-1.02	0.00	0.00	22.2	-0.14	0.9591
12	6	1.01	0.98-1.04	0.00	0.00	8.0	0.49	0.9864
24	2	0.99	0.83-1.17	0.06	0.00	38.8	0.13	0.9002

Tabela 3.1. Estimativas clínicas e radiográficas dos biocerâmicos 1ª Geração (MTA) vs. biocerâmicos com base de MTA. Abreviaturas: n - Número de estudos; RR – *Risk Ratio*; T - tau; z – valor z.

Aos 3 meses, as taxas de controlo clínico foram (RR=1.00; 95%IC=0.97-1.03, $p=0.87$; $I^2=0\%$) e radiográfico (RR=0.97; 95%IC=0.93-1.02, $p=0.22$; $I^2=0\%$). Passados 3 meses as taxas de sucesso clínico e radiográfico foram (RR=1.00; 95%IC=0.97-1.02, $p=0.89$; $I^2=0\%$), (RR=1.00; 95%IC=0.97-1.02, $p=0.96$; $I^2=22\%$), respetivamente. Aos 12 meses de controlo clínico foi obtido (RR=1.01; 95%IC=0.98-1.04, $p=0.63$; $I^2=27\%$) e radiográfico (RR=1.01; 95%IC=0.98-1.04, $p=0.99$; $I^2=8\%$). Por fim, aos 24 meses o controlo clínico foi (RR=0.99; 95%IC=0.83-1.17, $p=0.90$; $I^2=58\%$) e radiográfico (RR=0.99; 95%IC=0.83-1.17, $p=0.90$; $I^2=39\%$).

Através dos valores de significância ($p < 0,05$), ao longo dos meses de acompanhamento, tanto a nível clínico como radiográfico, não existem diferenças estatisticamente significativas, nos estudos que comparam o MTA com biocerâmicos com base de MTA. A heterogeneidade (I^2) foi inferior a 50%, exceto aos 24 meses de controlo clínico, que o valor de heterogeneidade foi de 58%.

3.4.2. Biocerâmicos 1ª geração (MTA) vs. Biocerâmicos 2ª geração (Biodentine)

Os estudos que comparam os sucessos clínicos e radiográficos do MTA e o Biodentine foram divididos em subgrupos, consoante os meses de *follow-up* (3, 6, 9, 12, 18 e 24 meses). As taxas de sucesso foram apresentadas consoante o RR, o intervalo de confiança, valor-*p* e a heterogeneidade de entre os estudos (Tabela 3.2.).

Meses	n	RR	95% CI	T	T ²	I ²	z	Valor- <i>p</i>
Clínico								
3	4	1.00	0.97-1.03	0.00	0.00	0.0	0.00	1.0000
6	9	1.00	0.98-1.02	0.00	0.00	0.0	0.02	0.9879
9	2	0.98	0.95-1.02	0.00	0.00	0.0	-0.87	0.3832
12	8	1.01	0.99-1.03	0.00	0.00	0.0	0.80	0.4220
18	4	0.99	0.95-1.02	0.00	0.00	0.0	-0.76	0.4494
24	4	0.99	0.95-1.03	0.00	0.00	0.0	-0.68	0.4961
Radiográfico								
3	4	1.00	0.96-1.03	0.00	0.00	0.0	-0.18	0.8544
6	9	1.00	0.98-1.02	0.00	0.00	0.0	-0.34	0.7318
9	2	1.00	0.95-1.05	0.00	0.00	0.0	0.00	1.0000
12	8	1.00	0.97-1.03	0.00	0.00	0.0	-0.16	0.8707
18	4	1.01	0.94-1.09	0.04	0.00	20.4	0.24	0.8096
24	4	0.96	0.90-1.03	0.00	0.00	7.5	-1.11	0.2678

Tabela 3.2. Estimativas clínicas e radiográficas Biocerâmicos 1ª geração (MTA) vs. Biocerâmicos 2ª geração (Biodentine). Abreviaturas: n - Número de estudos; RR – Risk Ratio; T - tau; z – valor z.

Aos 3 meses de controlo clínico obteve-se (RR=1.00; 95%IC= 0.97-1.03, *p*=1.00; I²=0%) e radiográfico (RR=1.00; 95%IC=0.96-1.03, *p*=0.85; I²=0). O sucesso clínico registado foi (RR=1.00; 95%IC=0.98-1.02, *p*=0.99; I²=0%) e radiográfico (RR=1.00; 95%IC=0.98-1.02, *p*=0.73; I²=0%), aos 6 meses. Passados 3 meses, o controlo clínico foi de (RR=0.98; 95%IC=0.95-1.02, *p*=0.38; I²=0%) e radiográfico (RR=1.00; 95%IC=0.95-1.05, *p*=1.00; I²=0%). Com 12 meses de controlo clínico foi obtido (RR=1.01; 95%IC=0.99-1.03, *p*=0.42; I²=0%) e a nível radiográfico (RR=1.01; 95%IC=0.98-1.04,

$p=0.99$; $I^2=0\%$). Aos 18 meses de controlo clínico e radiográfico foi ($RR=0.99$; $95\%IC=0.95-1.02$, $p=0.45$; $I^2=0\%$) e ($RR=1.01$; $95\%IC=0.94-1.09$, $p=0.81$; $I^2=20\%$), respetivamente. Por fim, aos 24 meses de controlo clínico obteve-se ($RR=0.99$; $95\%IC=0.95-1.03$, $p=0.50$; $I^2=0\%$) e radiográfico ($RR=0.96$; $95\%IC=0.90-1.03$, $p=0.27$; $I^2=8\%$).

Através dos valores de significância ($p < 0,05$), ao longo dos meses de acompanhamento, tanto a nível clínico como radiográfico, não existem diferenças estatisticamente significativas, nos estudos que comparam o MTA com o biocerâmico Biodentine. A heterogeneidade (I^2) foi inferior a 50% ao longo dos meses.

Discussão

Através da meta-análise realizada com o objetivo de comparar os estudos que abordam os biocerâmicos 2ª geração com o grupo de controle MTA, em pulpotomias de dentes decíduos, no decorrer de 24 meses, verificou-se que por meio dos valores de significância ($p < 0,05$), ao longo dos meses de acompanhamento, tanto a nível clínico como radiográfico, não existem diferenças estatisticamente significativas, nas taxas de sucesso entre o MTA e os biocerâmicos com base de MTA e o Biodentine. A heterogeneidade (I^2) foi inferior a 50% ao longo dos meses, logo sendo considerada baixa indica um maior grau de semelhança entre os dados do estudo, exceto aos 24 meses de controle clínico dos grupos MTA *versus* biocerâmicos de base com MTA, que o valor de heterogeneidade foi de 58%, ou seja, existe dissemelhança entre os estudos incluídos, o que pode dever-se à diversidade metodológica dos estudos.

O risco de viés dos artigos selecionados variaram entre baixo (5 artigos) médio (5 artigos) e alto risco (4 artigos). No futuro, para aumentar a percentagem de baixo risco de viés deve-se ter em atenção nas medições dos resultados, nos desvios das intervenções pretendidas, na falta de dados do resultado e no processo de randomização.

Em situações de lesões próximas da polpa ou com envolvimento desta em dentes decíduos assintomáticos, a pulpotomia coronária é um dos tratamentos de eleição na terapia pulpar vital, com o objetivo de preservar o dente na arcada, até que esteja pronto para esfoliar naturalmente (Neto et al., 2013; Peng et al., 2007).

Os materiais de 1ª geração, apresentam algumas preocupações quanto à estabilidade de cor, manuseio e aplicação (Raghavendra et al., 2017). Como resultado desses problemas clínicos, materiais de 2ª geração foram desenvolvidos, permutando o cimento de Portland por silicato tricálcico puro. Além disso, o óxido de bismuto é substituído por outros radiopacificantes. Em geral, a manipulação é facilitada, graças à consistência e tempo de presa e, adicionalmente participam na cicatrização do remanescente pulpar, seguido de um bom selamento coronário (Aljifan et al., 2022; Saghiri et al., 2017; Torabinejad et al., 2018).

Dos artigos recolhidos, de acordo com os critérios evidenciados, foram comparados os sucessos clínico e radiográfico do MTA com os cimentos biocerâmicos: Biodentine, Bio-C pulpo, CEM, Biofactor MTA, Neo MTA plus, MTA plus e Retro MTA, assim os dados da presente meta-análise foram divididos consoante o *follow-up* e o biocerâmico em causa (se biocerâmicos com base MTA ou Biodentine). Após análise em tabela dos resultados (3.1. e 3.2.), conclui-se que, tanto a nível clínico e nível radiográfico, não ocorreram diferenças significativas ($p>0,05$) ao longo dos meses de controlo. (3, 6, 12 e 24 meses para os biocerâmicos com base de MTA, e 3, 6, 9, 12, 18, 24 meses para o Biodentine).

Na revisão sistemática e meta-análise realizada por Stringhini Junior et al. (2018), primeira a combinar os dados de estudos clínicos que comparam o Biodentine e MTA como medicamentos para pulpotomia em dentes decíduos, em que analisaram as taxas de sucesso clínico e radiográfico aos 6, 12 e 18 meses, concluíram que tanto o MTA como o Biodentine não diferiram significativamente, e ainda sugerem que o Biodentine apresenta potencial como medicamento para pulpotomia em dentes decíduos.

Outra revisão sistemática e meta-análise de Nagendrababu et al. (2019), tiveram a mesma conclusão clínica, onde de 8 estudos clínicos não randomizados, sendo que apenas 2 apresentaram baixo risco de viés, não ocorreram diferenças significativas entre MTA e Biodentine no *follow-up* clínico e radiográfico aos 6,12 e 18 meses.

Além do Biodentine, outros biocerâmicos com base de MTA em pulpotomias de dentes decíduos evidenciaram, na presente revisão sistemática, não existirem diferenças significativas com o MTA.

Os materiais Neo MTA Plus, Biodentine e MTA Plus foram avaliados como alternativas ao MTA, para pulpotomias de dentes permanentes, usando uma combinação de microscopia eletrónica de varredura, espectroscopia de energia dispersiva e análise de difração de raios-X. Concluíram que qualquer um dos materiais testados são adequados no tratamento vital de dentes imaturos, uma vez que libertam hidróxido de cálcio. Tanto o Biodentine como o Neo MTA Plus são boas alternativas ao MTA, pois não apresentam descoloração na presença da solução de hipoclorito de sódio. O mesmo não se aplica ao MTA Plus, que apresentou descoloração (Camilleri, 2015).

O estudo de Akbulut et al. (2023) em que utilizaram MTA-Angelus, Biodentine e BioFactor MTA, com o objetivo de avaliar a interface dos mesmos com a dentina, utilizando microscopia eletrônica de varredura, espectroscopia de energia dispersiva e microscopia confocal de varredura a laser. De entre eles, concluíram que todos os materiais à base de silicato de cálcio promoveram a formação de uma camada de interface. O Biofactor MTA exibiu características promissoras e uma boa adaptação marginal, embora apresentasse uma interface moderadamente espessa.

De acordo com Cosme-Silva et al. (2019) nos artigos disponíveis são poucos os estudos que avaliam o Bio-C Pulpo. Eles estudaram a resposta inflamatório do WMTA com o Bio-C pulpo, uma vez que na pulpotomia, os materiais endodônticos aplicam-se diretamente no tecido vital remanescente. Sendo um estudo realizado em ratos, a amostra foi limitada, porém conclui-se que durante o tempo de controle (90 dias) não houve diferenças estatisticamente significativas em ambos.

Apesar da revisão sistemática e meta-análise de Chen et al., (2019) ser baseada na pulpotomia de dentes permanentes imaturos, avalia o CEM comparativamente ao MTA, evidenciando que os resultados não são diferentes estatisticamente.

Num estudo recente *in vivo* de Manohar et al., (2022) aplicaram em 30 crianças, os quatro materiais de pulpotomia, no total de 120 molares decíduos: Biodentine, MTA Plus, Retro MTA e CEM. Foram acompanhados aos 6, 12, 18 e 24 meses clinicamente e radiograficamente. Concluíram que qualquer um dos biocerâmicos podem ser utilizados na pulpotomia dos dentes decíduos, apresentando taxas semelhantes de sucesso clínico e radiográfico, indo de encontro aos resultados da presente revisão sistemática.

É incontestável a pouca quantidade e qualidade de estudos clínicos relacionados com a taxa de sucesso de novos biocerâmicos para a pulpotomia de dentes decíduos. Existem inúmeros novos materiais, porém são poucos os estudos *in vivo*, e ainda menor é o número de investigações que avaliam o sucesso clínico e radiográficos dos novos materiais.

Após a análise quantitativa e qualitativa dos estudos disponíveis, tanto os biocerâmicos de 1ª geração, como os de 2ª geração desempenham bons resultados clínicos

e radiográficos. Porém, para contornar as limitações dos estudos apontam-se alternativas como:

- Aumentar o número de intervenções clínicas;
- Maior tempo de *follow-up* clínico e radiográfico;
- Estreitar a faixa etária, uma vez que a capacidade regenerativa da polpa varia ao longo da fase de esfoliação do dente decíduo, podendo obter diferentes respostas aquando do tratamento com crianças de diferentes idades;
- Evitar que diversos clínicos realizem as pulpotomias, pois poderá levar a decisões clínicas diferentes, diminuindo desta forma o risco de viés.

Seria, igualmente, enriquecedor realizar uma meta-regressão de forma a explorar o efeito de variáveis de confusão relevantes, como o impacto da proporção de género (feminino/masculino) de dentes maxilares/mandibulares, primeiros/segundos molares decíduos.

Conclusão

É indispensável começar precocemente a implementar estratégias de prevenção e terapêuticas adequadas, com o intuito de evitar a perda precoce dos dentes primários.

O sucesso clínico e radiográfico nos procedimentos de pulpotomia de dentes decíduos não é exclusivo do material endodôntico a aplicar, mas também depende de um diagnóstico correto, experiência do odontopediatra, instrumentos, selamento coronário e isolamento absoluto.

Na presente revisão sistemática e meta-análise não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nos diferentes meses de acompanhamento clínico e radiográfico entre os materiais de 1ª e 2ª gerações, em pulpotomias de dentes decíduos ($p > 0,05$). Com base nos resultados analisados, a seleção entre um biocerâmico de 1ª geração ou de 2ª geração é deixada ao discernimento do odontopediatra.

É benéfico que a pesquisa das terapias pulpaes vital e não vital seja mais bem conduzida, uma vez que há necessidade de evidências científicas na área.

Bibliografia

- Akbulut, M. B., Mutlu, Ş. N., Soylu, M. A., & Şimşek, E. (2023). Interfacial characteristics of BIOfactor MTA and Biodentine with dentin. *Microscopy Research and Technique*, 86(2), 258– 267. <https://doi.org/10.1002/jemt.24267>
- Aljifan, M., Almakrami, A., al Mutairi, B., Alyami, H., Hawsawi, H., Halawi, M., Almanasif, M., Almasoud, M., Alresheedi, S., Asubail, J., Garoof, W., & al Antar, A. (2022). Advantages and Types of Bioceramics in Endodontics. *JOURNAL OF HEALTHCARE SCIENCES*, 2(5), 73–78. <https://doi.org/10.52533/johs.2022.2502>
- Allison, P., Schwartz, S. (2003). Interproximal Contact points and proximal caries in posterior primary teeth. *Pediatric dentistry*, 25(4), 334-340.
- Alsanouni, M., & Bawazir, O. (2019). A Randomized Clinical Trial of NeoMTA Plus in Primary Molar Pulpotomies. *Pediatric Dentistry* , 41(2), 107–111.
- American Academy of Pediatric Dentistry. (2020). Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. *Pediatric Dentistry*; 415-23.
- American Association of Endodontists. (2013). *ENDODONTICS: Colleagues for Excellence*. www.aae.org/colleagues
- Bani, M., Aktaş, N., Çinar, Ç., & Odabaş, M. E. (2017). The Clinical and Radiographic Success of Primary Molar Pulpotomy Using Biodentine™ and Mineral Trioxide Aggregate: A 24-Month Randomized Clinical Trial. *PEDIATRIC DENTISTRY*, 39(4), 284–288.
- Bansode, P. v, Rana, H. B., Pathak, S. D., Wavdhane, M. B., Ahire, C. D., & Deshpande, S. S. (2016). CALCIUM ENRICHED MIXTURE CEMENT: A NOVEL BIOCERAMIC. *International Journal of Dental and Health Sciences*, 3(1), 153–160.
- Bolette, A., Truong, S., Guéders, A., & Geerts, S. (2016). IMPORTANCE DES TRAITEMENTS PULPAIRES EN DENTURE DE LAIT. *Rev Med Liege* 71:12, 567–572. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28387098/>
- Bonita, R., Beaglehole, R., & Kjellström, T. 2006. *Basic Epidemiology*. 2nd ed. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

- Cagetti, M. G., Balian, A., Cirio, S., Camoni, N., Salerno, C., & Tartaglia, G. M. (2021). Is pediatric dentistry a topic of interest for pediatric journals? A scoping review. In *Children* (Vol. 8, Issue 9). MDPI. <https://doi.org/10.3390/children8090720>
- Camilleri, J. (2015). Mineral trioxide aggregate: present and future developments. *Endodontic Topics*, 32(1), 31–46. <https://doi.org/10.1111/etp.12073>
- Camilleri, J. (2015). Staining Potential of Neo MTA Plus, MTA Plus, and Biodentine Used for Pulpotomy Procedures. *Journal of Endodontics*, 41(7), 1139–1145. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.02.032>
- Camilleri, J. (2017). Will Bioceramics be the Future Root Canal Filling Materials? In *Current Oral Health Reports* (Vol. 4, Issue 3, pp. 228–238). Springer Science and Business Media B.V. <https://doi.org/10.1007/s40496-017-0147-x>
- Camilleri, J., Atmeh, A., Li, X., & Meschi, N. (2022). Present status and future directions: Hydraulic materials for endodontic use. In *International Endodontic Journal* (Vol. 55, Issue S3, pp. 710–777). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/iej.13709>
- Camilleri, J., & Pitt Ford, T. R. (2006). Mineral trioxide aggregate: A review of the constituents and biological properties of the material. *International Endodontic Journal*, 39(10), 747–754. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01135.x>
- Camilleri, J., Sorrentino, F., & Damidot, D. (2013). Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. *Dental Materials*, 29(5), 580–593. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.03.007>
- Cardoso-Silva, C., Barbería, E., Maroto, M., & García-Godoy, F. (2011). Clinical study of Mineral Trioxide Aggregate in primary molars. Comparison between Grey and White MTA - A long term follow-up (84 months). *Journal of Dentistry*, 39(2), 187–193. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.11.010>
- Carrotte, P. (2005). Endodontic treatment for children. In *British Dental Journal* (Vol. 198, Issue 1, pp. 9–15). <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4811946>
- Carti, O., & Oznurhan, F. (2017). Evaluation and comparison of mineral trioxide aggregate and biodentine in primary tooth pulpotomy: Clinical and radiographic study. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 20(12), 1604–1609. <https://doi.org/10.4103/1119-3077.196074>

- Castro, H., Kehrwald, R., Gottardo, V., Matheus, R. A., & Queiroz, P. M. (2020). *RADIOLOGIA PARA A PRÁTICA ENDODÔNTICA*. Editora UNINGÁ. <https://doi.org/10.46311/978-65-991603-3-2>
- Çelik, B. N., Mutluay, M. S., Arıkan, V., & Sarı, Ş. (2018). The evaluation of MTA and Biodentine as a pulpotomy materials for carious exposures in primary teeth. *Clinical Oral Investigations*, 23(2), 661–666. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2472-4>
- Chandrashekhar, S., & Shashidhar, J. (2014). Formocresol, still a controversial material for pulpotomy: A critical literature review. *Journal of Restorative Dentistry*, 2(3), 114. <https://doi.org/10.4103/2321-4619.143594>
- Chang, S. W., Lee, S. Y., Ann, H. J., Kum, K. Y., & Kim, E. C. (2014). Effects of calcium silicate endodontic cements on biocompatibility and mineralization-inducing potentials in human dental pulp cells. *Journal of Endodontics*, 40(8), 1194–1200. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.01.001>
- Chen, Y., Chen, X., Zhang, Y., Zhou, F., Deng, J., Zou, J., & Wang, Y. (2019). Materials for pulpotomy in immature permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. In *BMC Oral Health* (Vol. 19, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0917-z>
- Clark, C. A., Kent, K. A., & Jackson, R. D. (2016). Open Mouth, Open Mind: Expanding the Role of Primary Care Nurse Practitioners. *Journal of Pediatric Health Care*, 30(5), 480–488. <https://doi.org/10.1016/j.pedhc.2015.11.007>
- Cosme-Silva, L., Gomes-Filho, J. E., Benetti, F., Dal-Fabbro, R., Sakai, V. T., Cintra, L. T. A., Ervolino, E., & Viola, N. v. (2019). Biocompatibility and immunohistochemical evaluation of a new calcium silicate-based cement, Bio-C Pulpo. *International Endodontic Journal*, 52(5), 689–700. <https://doi.org/10.1111/iej.13052>
- Costa, A. L. M., Paiva, E., & Ferreira, L. P. (2006). Saúde oral infantil: Uma abordagem preventiva. *Revista Portuguesa De Medicina Geral E Familiar*, 22(3), 337–46. <https://doi.org/10.32385/rpmgf.v22i3.10246>
- Cuadros-Fernández, C., Lorente Rodríguez, A. I., Sáez-Martínez, S., García-Binimelis, J., About, I., & Mercadé, M. (2015). Short-term treatment outcome of pulpotomies in primary molars using mineral trioxide aggregate and Biodentine: a randomized clinical

trial. *Clinical Oral Investigations*, 20(7), 1639–1645. <https://doi.org/10.1007/s00784-015-1656-4>

Darvell, B. W., & Wu, R. C. T. (2011). MTA - An Hydraulic Silicate Cement: Review update and setting reaction. In *Dental Materials* (Vol. 27, Issue 5, pp. 407–422). <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.02.001>

Dean, J., Avery, D. & McDonald, R. (2011). *McDonald and Avery Dentistry for the Child and Adolescent*, 9th ed.; Mosby/Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-48382-X>

Debelian, G., & Trope, M. (2016). The use of premixed bioceramic materials in endodontics. In *Giornale Italiano di Endonzia* (Vol. 30, Issue 2, pp. 70–80). Masson SpA. <https://doi.org/10.1016/j.gien.2016.09.001>

Delfino, M. M., de Abreu Jampani, J. L., Lopes, C. S., Guerreiro-Tanomaru, J. M., Tanomaru-Filho, M., Sasso-Cerri, E., & Cerri, P. S. (2021). Comparison of Bio-C Pulpo and MTA Repair HP with White MTA: effect on liver parameters and evaluation of biocompatibility and bioactivity in rats. *International Endodontic Journal*, 54(9), 1597–1613. <https://doi.org/10.1111/iej.13567>

de Lima, S. P. R., dos Santos, G. L., Ferelle, A., Ramos, S. de P., Pessan, J. P., & Dezan-Garbelini, C. C. (2020). Clinical and radiographic evaluation of a new stain-free tricalcium silicate cement in pulpotomies. *Brazilian Oral Research*, 34. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2020.VOL34.0102>

Direção Geral de Saúde. 25 de março de 2011. Programa Nacional de Promoção da Saúde Oral-Plano B. Despacho Ministerial nº 007/2011;

Farto, J., Sahli, C., & Boj, J. R. (2017). Microleakage of MTA in primary molar pulpotomies. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 18(3), 183–187. <https://doi.org/10.23804/ejpd.2017.18.03.03>

Fuks, A. B. (2008). Vital Pulp Therapy with New Materials for Primary Teeth: New Directions and Treatment Perspectives. In *Journal of Endodontics* (Vol. 34, Issue 7 SUPPL.). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.02.031>

Fuks, A.B., & Peretz, B. (2016). *Pediatric Endodontics: Current Concepts in Pulp Therapy for Primary and Young Permanent Teeth*. 1st ed.

- Ghoniem, N., Vaidyanathan, V., Zealand, C. M., Sushynski, J. M., Mettlach, S. M., Botero, T. M., Majewski, R. F., Boynton, J. R., & Hu, J. C.-C. (2018). Mineral Trioxide Aggregate and Diluted Formocresol Pulpotomy: Prospective and Retrospective Study Outcomes. *The Journal of the Michigan Dental Association*, 100(4), 40–65.
- Goyal, V. (2022). Pediatric Endodontics. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 15(1). https://doi.org/10.4103/JISPPD.JISPPD_72_18
- Guyen, Y., Aksakal, S. D., Avcu, N., Unsal, G., Tuna, E. B., & Aktoren, O. (2017). Success rates of pulpotomies in primary molars using calcium silicate-based materials: A randomized control trial. *BioMed Research International*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/4059703>
- Haapasalo, M., Parhar, M., Huang, X., Wei, X., Lin, J., & Shen, Y. (2015). Clinical use of bioceramic materials. *Endodontic Topics*, 32(1), 97–117. <https://doi.org/10.1111/etp.12078>
- Hargreaves, K., Berman, L., & Rotstein, I. (2016). *COHEN'S PATHWAYS OF THE PULP* 11th Edition, Elsevier, St. Louis.
- Hargreaves, K. M., Goodis, H. E., & Tay, F. R. (2012). *Seltzer and Bender's Dental Pulp* (K. M. Hargreaves, H. E. Goodis, & F. R. Tay, Eds.; 2nd ed., Vol. 1). Quintessence Publishing.
- Ignat, A. (2021). Vital pulp therapy in primary dentition: Pulpotomy—a 100-year challenge. In *Children* (Vol. 8, Issue 10). MDPI. <https://doi.org/10.3390/children8100841>
- Kabel, N., Shaimaa, Z., Shamloula, H., & Mahmoud, G. (2021). Correlation between degree of pulp inflammation and success rate of MTA pulpotomy in primary teeth: Prospective Cohort Study. *Egyptian Dental Journal*, 67, 2157–2170. <https://doi.org/10.21608/edj.2021.73417.1602>
- Kang, C. M., Kim, S. H., Shin, Y., Lee, H. S., Lee, J. H., Kim, G. T., & Song, J. S. (2015). A randomized controlled trial of ProRoot MTA, OrthoMTA and RetroMTA for pulpotomy in primary molars. *Oral Diseases*, 21(6), 785–791. <https://doi.org/10.1111/odi.12348>
- Katge, F. A., & Patil, D. P. (2017). Comparative Analysis of 2 Calcium Silicate-based Cements (Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate) as Direct Pulp-capping Agent in

Young Permanent Molars: A Split Mouth Study. *Journal of Endodontics*, 43(4), 507–513. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.11.026>

Kusum, B., Rakesh, K., & Richa, K. (2015). Clinical and radiographical evaluation of mineral trioxide aggregate, biodentine and propolis as pulpotomy medicaments in primary teeth. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 40(4), 276. <https://doi.org/10.5395/rde.2015.40.4.276>

Leavell, H., & Clark, E. G. (1976). Níveis de aplicação da Medicina Preventiva. In *Medicina Preventiva* (pp. 12–36). São Paulo: McGraw-Hill do Brasil

Levin, L. G., Law, A. S., Holland, G. R., Abbott, P. v., & Roda, R. S. (2009). Identify and Define All Diagnostic Terms for Pulpal Health and Disease States. *Journal of Endodontics*, 35(12), 1645–1657. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.032>

Lillo, O. C., Quesada, B. J., & Lorente, A. A. (2018). Biocompatibility of Regular and White MTA and A Grey Portland Cement in Human Dental Pulp Cells. *Open Journal of Dentistry and Oral Medicine*, 6(2), 17–21. <https://doi.org/10.13189/ojdom.2018.060202>

Lima, J. E. de O. (2007). Cárie dentária: um novo conceito. *Revista Dental Press De Ortodontia E Ortopedia Facial*, 12(Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial, 2007 12(6)). <https://doi.org/10.1590/S1415-54192007000600012>

Lucas-Rincon, S. E., Robles-Bermeo, N. L., Lara-Carrillo, E., Scougall-Vilchis, R. J., Pontigo-Loyola, A. P., Rueda-Ibarra, V., Loyola-Rodriguez, J. P., Escoffie-Ramirez, M., & Medina-Solis, C. E. (2019). Interproximal caries and premature tooth loss in primary dentition as risk factors for loss of space in the posterior sector. *Medicine (United States)*, 98(11). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000014875>

Malekafzali, B., Shekarchi, F., & Asgary, S. (2011). Treatment outcomes of pulpotomy in primary molars using two endodontic biomaterials. A 2-year randomised clinical trial. *EUROPEAN JOURNAL OF PAEDIATRIC DENTISTRY*, 12(3), 189–193.

Manohar, S., Bazaz, N., Neeraja, G., Subramaniam, P., & Sneharaj, N. (2022). A comparative evaluation of four regenerative materials for pulpotomy in primary molars: An *in vivo* study. *Dental Research Journal* 19:102. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/journals/1480

- Marciano M.A., Costa R.M., Camilleri J., Mondelli R.F., Guimarães B.M., Duarte M.A. (2014) Assessment of color stability of white mineral trioxide aggregate angelus and bismuth oxide in contact with tooth structure. *Journal of Endodontics* 40, 1235-40. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.01.044>
- Maroto, M., Barbería, E., Vera, V., Clínico, H., Carlos, S., & Garcia-Godoy, F. (2007). *Mineral trioxide aggregate as pulp dressing agent in pulpotomy treatment of primary molars: 42-month clinical study*. <https://www.researchgate.net/publication/5853830>
- Mello-Moura, A. C. V., Moura-Netto, C., Moura, A. A. M., Guedes-Pinto, A. C., & Mendes, F. M. (2013). Tratamento endodôntico em dentes decíduos onde estávamos e para onde vamos? In *ANUÁRIO ODONTOPEDIATRIA CLÍNICA* (Vol. 1, pp. 153–166).
- Metlerska, J., Fagogeni, I., Metlerski, M., & Nowicka, A. (2021). Vital pulp therapy in aesthetic zone-identifying the biomaterial that reduces the risk of tooth discolouration. *Materials*, 14(6026). <https://doi.org/10.3390/ma14206026>
- Mohammed, K. (2020). The Applied Importance of Pediatric Dentistry (An Overview). *Interventions in Pediatric Dentistry Open Access Journal*, 5(1). <https://doi.org/10.32474/ipdoaj.2020.05.000201>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, P. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 264–270. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
- Monje, M. E. N., & Honorato, M. C. T. de M. (2020). CIMENTOS BIOCERÂMICOS DE TERCEIRA GERAÇÃO. *SALUSVITA, Bauru*, 39(3), 843–876.
- Nagendrababu, V., Pulikkotil, S. J., Veettil, S. K., Jinatongthai, P., & Gutmann, J. L. (2019). Efficacy of Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate in Primary Molar Pulpotomies—A Systematic Review and Meta-Analysis With Trial Sequential Analysis of Randomized Clinical Trials. In *Journal of Evidence-Based Dental Practice* (Vol. 19, Issue 1, pp. 17–27). Mosby Inc. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2018.05.002>
- National Institutes of Health (U.S.) (2001). Diagnosis and management of dental caries throughout life. *NIH consensus statement*, 18(1), 1–23.

- Nelson, S. J., & Ash, M. M. Jr. (2010). *Wheeler's Dental Anatomy, Physiology and Occlusion* 9th Edition. Elsevier: St. Louis, Missouri.
- Neto, N. L., Fernandes, A. P., Carolina, N., Marques, T., Sakai, V. T., Moretti, A., Machado, M., Abdo, R., & Oliveira, T. (2013). Terapia pulpar em dentes decíduos: possibilidades terapêuticas baseadas em evidências. *Rev Odontol UNESP*, 42(2), 130–137.
- Neuhaus, K., Lussi A. (2019). *Management of Dental Emergencies in Children and Adolescents*. John Wiley & Sons Ltd.: Hoboken, NJ, USA.
- Nowak, A. J., Christensen, J. R., Mabry, T. R., Townsend, J. A., & Wells, M. H. (2019). *Pediatric Dentistry: Infancy Through Adolescence*, 6th ed. Elsevier Health Science.
- Ordem dos Médicos Dentistas. (n.d.). *Cárie e dentisteria*. Retrieved October 10, 2022, from <https://www.ond.pt/publico/carie-dentisteria/>
- Oznurhan, F., Kayabaşı, M., & Kesküş, B. (2020). Evaluation of long-term results of two different calcium silicate based materials in primary molar teeth vital pulpotomies: An invivo study. *Cumhuriyet Dental Journal*, 23(1), 45–51. <https://doi.org/10.7126/cumudj.648723>
- Palma, P. J., Marques, J. A., Falacho, R. I., Correia, E., Vinagre, A., Santos, J. M., & Ramos, J. C. (2019). Six-month color stability assessment of two calcium silicate-based cements used in regenerative endodontic procedures. *Journal of Functional Biomaterials*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/jfb10010014>
- Parirokh, M., & Torabinejad, M. (2010). Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review-Part III: Clinical Applications, Drawbacks, and Mechanism of Action. *Journal of Endodontics*, 36(3), 400–413. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.009>
- Parirokh, M., Torabinejad, M., & Dummer, P. M. H. (2018). Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview – part I: vital pulp therapy. In *International Endodontic Journal* (Vol. 51, Issue 2, pp. 177–205). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/iej.12841>
- Parisay, I., Ghoddusi, J., & Forghani, M. (2015). A review on vital pulp therapy in primary teeth. *Iranian endodontic journal*, 10(1), 6–15.

- Peng, L., Ye, L., Guo, X., Tan, H., Zhou, X., Wang, C., & Li, R. (2007). Evaluation of formocresol versus ferric sulphate primary molar pulpotomy: A systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 40(10), 751–757. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01288.x>
- Peres, M.A., Macpherson L.M., Weyant R.J., Daly B., Venturelli R., Mathur M.R., Listl S., Celeste R.K., Guarnizo-Herreño C., Kearns C. (2019). Oral diseases: A global public health challenge. *Lancet*, 394:249–260. doi: 10.1016/S0140-6736(19)31146-8.
- Raghavendra, S. S., Jadhav, G. R., Gathani, K. M., & Kotadia, P. (2017). Bioceramics in endodontics - a review. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 51(3 Suppl 1), S128–S137. <https://doi.org/10.17096/jiufd.63659>
- Rajasekharan, S., Martens, L. C., Vandenbulcke, J., Jacquet, W., Bottenberg, P., & Cauwels, R. G. E. C. (2016). Efficacy of three different pulpotomy agents in primary molars: a randomized control trial. *International Endodontic Journal*, 50(3), 215–228. <https://doi.org/10.1111/iej.12619>
- Ranly, D. M., & Garcia-Godoy, F. (2000). Current and potential pulp therapies for primary and young permanent teeth. *Journal of dentistry*, 28(3), 153–161. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(99\)00065-2](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(99)00065-2)
- Ree, M., & Schwartz, R. (2014). Clinical applications of bioceramics materials in endodontics. *Endodontic Practice*, 7(4), 1–9.
- Rodd, H. D., Waterhouse, P. J., Fuks, A. B., Fayle, S. A., Moffat, M. A., & British Society of Paediatric Dentistry. (2006). Pulp therapy for primary molars. *International journal of paediatric dentistry*, 16 Suppl 1, 15–23. <https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.2006.00774.x>
- Sabbarini, J., Mohamed, A., Wahba, N., El-Meligy, O., & Dean, J. (2008). Comparison of Enamel Matrix Derivative Versus Formocresol as Pulpotomy Agents in the Primary Dentition. *Journal of Endodontics*, 34(3), 284–287. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.12.002>
- Saghiri, M. A., Orangi, J., Asatourian, A., Gutmann, J. L., Garcia-Godoy, F., Lotfi, M., & Sheibani, N. (2017). Calcium silicate-based cements and functional impacts of various constituents. In *Dental Materials Journal* (Vol. 36, Issue 1, pp. 8–18). Japanese Society for Dental Materials and Devices. <https://doi.org/10.4012/dmj.2015-425>

- Schour L., & Massler M. (1941). The development of the human dentition, *J Am Dent Assoc*, 28:1153-1160.
- Sequeira, D. B., Seabra, C. M., Palma, P. J., Cardoso, A. L., Peça, J., & Santos, J. M. (2018). Effects of a new bioceramic material on human apical papilla cells. *Journal of Functional Biomaterials*, 9(74). <https://doi.org/10.3390/jfb9040074>
- Siessere, S., Sousa, L. G., Gonçalves, L.M.N., Dias, F. J., Vasconcelos, P. B., Machado, H. T., Sforza, C., Tartaglia, G., Palinkas, M., Fabrin, S., Bombonato-Prado, K. F., Semprini, M., & Regalo, S. C. (2020). *Anatomia dos Dentes Permanentes e Decíduos da Teoria à Prática*. 1st ed. Ribeirão Preto: Perse.
- Silva, J. S. da, Garcia, L. da F. R., Henriques, B. A. P. de C., Teixeira, C. da S., & Bortoluzzi, E. A. (2017). Solubilidade e desintegração de cimentos à base de agregados minerais contendo diferentes radiopacificadores. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentaria e Cirurgia Maxilofacial*, 58(3), 181–187. <https://doi.org/10.24873/j.rpemd.2017.11.026>
- Sirohi, K., Marwaha, M., Gupta, A., Bansal, K., Srivastava, A. (2017). Comparison of Clinical and Radiographic Success Rates of Pulpotomy in Primary Molars. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 10(2), 147–151. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1425>
- Sonmez, D., Sari, S., & Çetinbaş, T. (2008). A Comparison of Four Pulpotomy Techniques in Primary Molars: A Long-term Follow-up. *Journal of Endodontics*, 34(8), 950–955. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.05.009>
- Stringhini Junior, E., Dos Santos, M. G. C., Oliveira, L. B., & Mercadé, M. (2018). MTA and biodentine for primary teeth pulpotomy: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Clinical oral investigations*, 23(4), 1967–1976. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2616-6>
- Sun, H. bin, Zhang, W., & Zhou, X. bin. (2017). Risk Factors associated with Early Childhood Caries. *The Chinese Journal of Dental Research : The Official Journal of the Scientific Section of the Chinese Stomatological Association (CSA)*, 20(2), 97–104. <https://doi.org/10.3290/j.cjdr.a38274>
- Teixeira, L. M. S., Reher, P., & Reher, V. G. S. (2008). *Anatomia Aplicada À Odontologia* (2nd ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

- Tian, J., Zhang, Y., Lai, Z., Li, M., Huang, Y., Jiang, H., & Wei, X. (2017). Ion Release, Microstructural, and Biological Properties of iRoot BP Plus and ProRoot MTA Exposed to an Acidic Environment. *Journal of Endodontics*, 43(1), 163–168. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.10.011>
- Togaru, H., Muppa, R., Srinivas, N. C., Naveen, K., Reddy, V. K., & Rebecca, V. C. (2016). Clinical and radiographic evaluation of success of two commercially available pulpotomy agents in primary teeth: An in vivo study. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 17(7), 557–563. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1889>
- Torabinejad, M., Parirokh, M., & Dummer, P. M. H. (2018). Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview – part II: other clinical applications and complications. In *International Endodontic Journal* (Vol. 51, Issue 3, pp. 284–317). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/iej.12843>
- Van Noort, R., & Barbour, M. (2013). *Introduction to Dental Materials*. 4th Edition. Mosby/Elsevier.
- Vilella-Pastor, S., Sáez, S., Veloso, A., Guinot-Jimeno, F., & Mercadé, M. (2021). Long-term evaluation of primary teeth molar pulpotomies with Biodentine and MTA: a CONSORT randomized clinical trial. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 22(4), 685–692. <https://doi.org/10.1007/s40368-021-00616-3>
- Wang, Z. (2015). Bioceramic materials in endodontics. *Endodontic Topics*, 32(1), 3–30. <https://doi.org/10.1111/etp.12075>
- Wongwatanasanti, N., Jantararat, J., Sritanaudomchai, H., & Hargreaves, K. M. (2018). Effect of Bioceramic Materials on Proliferation and Odontoblast Differentiation of Human Stem Cells from the Apical Papilla. *Journal of Endodontics*, 44(8), 1270–1275. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.03.014>
- Yang, Q., Troczynski, T., & Liu, D. M. (2002). Influence of apatite seeds on the synthesis of calcium phosphate cement. *Biomaterials*, 23(13), 2751–2760. [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(02\)00010-8](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(02)00010-8)