

Elias Danyl Théo Monclus

Aplicação e utilizações do Biodentine em Odontopediatria: revisão narrativa

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde
Porto, 2022

Elias Danyl Théo Monclus

Aplicação e utilizações do Biodentine em Odontopediatria: revisão narrativa

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde
Porto, 2022

Elias Danyl Théo Monclus

Aplicação e utilizações do Biodentine em Odontopediatria: revisão narrativa

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

Elias Danyl Théo Monclus

RESUMO

OBJECTIVO: O objetivo deste trabalho consiste numa revisão da literatura científica para fazer um balanço do Biodentine, focando as propriedades físico-químicas e biológicas do Biodentine e campos de aplicação do Biodentine.

METODOLOGIA: Realizou-se uma revisão de literatura utilizando artigos publicados em revistas indexadas (Português/Inglês/Francês), on-line e/ou impressas em suporte de papel e livros disponíveis na biblioteca segundo os critérios de inclusão estabelecidos.

PRINCIPAL TÓPICO ABORDADO: Numa primeira fase será abordado as propriedades físico-químicas e biológicas do Biodentine. Numa segunda fase será descrito os diferentes campos de aplicação do Biodentine (situações que requerem uma abordagem endodôntica, biocompatibilidade dos materiais e capacidade de regeneração dos tecidos dentários).

Palavras-Chave: “Odontopediatria”; “Biodentine”; “MTA= Mineral Trioxide Aggregate”; “restaurações”; “pulpite”; “endodontia”.

ABSTRACT

OBJECTIVE: The aim of this work consists of a review of the scientific literature to take stock of Biodentine, focusing on the physicochemical and biological properties of Biodentine.

METHODOLOGY: A literature review was carried out using articles published in indexed journals (Portuguese/English/French), online and/or printed in paper support and books available in the library according to the established inclusion criteria.

MAIN TOPIC OVERVIEW: In a first phase the physicochemical and biological properties of Biodentine will be addressed. In a second phase the different fields of application of Biodentine will be described (situations requiring an endodontic approach, biocompatibility of materials and regenerative capacity of dental tissues).

Keywords: "Pediatric Dentistry"; "Biodentine"; "MTA= Mineral Trioxide Aggregate"; "restoration"; "pulpitis"; "endodontie".

DEDICATÓRIA

Gostaria de agradecer a todos os meus amigos que conheci na universidade, Yohan, meu amigo desde 2012 (e sim, percorremos juntos um longo caminho, meu grandalhão, e não vai parar!!!), Jérôme, Kiki, Loulou, La flêche Thib, e SAS Yanis.

Gostaria de agradecer aos meus amigos de infância que me motivaram todos os Verões quando regressava a França durante as férias, Sabrina que está na minha vida desde o primeiro dia, obrigado por todos os bons conselhos fraternais que me deram; Thomas, Benji, Mouss, Samolito, Lilian, Julien, e sim, rapazes, é também por vocês que estou a fazer isto!

Um pensamento para Laurence, Marene a fada que cuidou tão bem de nós e Baghy, ser-vos-ei grato pela vida.

Graças à minha tia Tata Gousseem que foi o meu interlocutor privilegiado de eleição e aos meus sublimes primos Nono e Nini.

Agradeço à minha tia Tata Mimi que sempre esteve presente na minha vida, um amor de mulher, tão amável e generoso com todas as pessoas à sua volta.

Dedicação aos meus primos Sisi e Biduche; às minhas duas outras irmãs mais pequenas.

Um beijo para a minha cunhada Ines; agradeço-lhe a alegria de viver e o bom humor que ela trouxe à família há mais de 10 anos. Não mude nada amante, você é a melhor!

Tat, minha querida irmãzinha, agradeço-te pela tua loucura e pela tua impertinência, deixaste-me escapar; ver-te sempre me faz muito bem, mesmo que os nossos argumentos sejam recorrentes. Eu amo-te.

Agradeço ao meu irmão que soube encorajar-me e motivar-me durante os tempos mais difíceis mas também os melhores (WOW), e a esses longos serões passados juntos! Divertimo-nos imenso! Este caminho de cruz é para nós dois o nosso sucesso.

Pai, obrigado por acreditares em mim, obrigado por me apoiares todo este tempo, foi um trabalho longo e árduo; aprendi muito contigo e espero aprender contigo durante muito tempo. Tens sido e sois o meu mentor, o meu exemplo de sucesso, o meu exemplo de vida, espero construir a mesma carreira que haveis tido. Não tenho palavras suficientes para expressar a minha gratidão e apreço, sem vós nada disto teria sido possível.

Mãe, tu és a minha força, tem havido momentos de dificuldade e de dúvida. Recebi de vós toda a minha força e energia. Tens sido a minha força motriz, e tens desempenhado um papel essencial no meu sucesso na escola, espero agora fazer-te sentir orgulhoso ao tornar-te um homem realizado.

Finalmente, gostaria de agradecer a Prune Bergeon, minha namorada, meu amor e minha melhor amiga, que tem sido um catalisador na minha vida (e Deus sabe que eu precisava disso). Obrigado por todos os sacrifícios que fizeram por mim e pelo nosso casal, obrigado pela vossa dedicação, obrigado pela vossa paciência. Não esqueci tudo o que fez e tudo o que continua a fazer por nós. Obrigado por me terem feito crescer.

Termino dirigindo os meus últimos agradecimentos ao meu cão Cajarcoise Baghy, que partiu este ano, ela que me acompanhou desde os meus 12 anos nesta aventura escolar e universitária; nesta aventura da vida. Ela encheu-me de amor e permitiu-me construir-me para ser a pessoa que sou hoje.

Um pensamento para a minha pequena Ninja, a minha pequena menina portuguesa (el gato de la vega)

Obrigado a todos vós, adoro-vos.

Dedico esta tese aos meus avós: Papi Polo, Mami Pierette, Papi Mouhamed e Mami Zora.

AGRADECIMENTOS

Antes de mais, gostaria de agradecer à minha professora de tese, Dra. Viviana Macho, por me ter acompanhado ao longo da redacção desta tese e por ter compreendido as expectativas que eu tinha nesta apresentação. Gostaria de agradecer muito sinceramente à Dra. Viviana Macho pela ajuda e conselhos que me deu ao longo deste trabalho. Obrigado por tudo.

Gostaria também de agradecer à Dra. Ana Gião, que ao longo da minha carreira universitária conseguiu transmitir-me o rigor no meu trabalho e o amor pela odontopediatria. Obrigado por tudo professor, UFP para sempre.

Gostaria também de agradecer à faculdade e à instituição Universidade Fernando Pessoa, ao pessoal, aos professores e a todos os estudantes que conheci durante os meus estudos, por me terem permitido realizar o meu sonho de me tornar cirurgião dentista e finalmente poder exercer esta profissão tão exigente e infinita.

Gostaria também de agradecer ao Dr. Bernardo Lima, que foi meu amigo antes de se tornar professor na Faculdade de Medicina Dentária da Universidade Fernando Pessoa. Conseguiu motivar-me e dar-me a energia para terminar o curso.

Obrigado pelo tudo

Nunca esquecerei o Porto que ficará para sempre no meu coração

Índice

I.	Introdução	1
A.	Materiais e métodos	2
II.	Desenvolvimento.....	2
A.	Apresentação do Biodentine	2
1.	História dos cimentos tricálcicos	2
2.	Indicação do Biodentine	3
3.	Composição e funções dos constituintes do Biodentine.....	3
4.	Características químicas do Biodentine.....	4
a)	Tempo e cinética de toma.....	4
b)	Resistência à compressão do Biodentine	5
c)	Biocompatibilidade do Biodentine.....	6
d)	Bioatividade do Biodentine	6
B.	Campos de aplicação.....	6
1.	Dentisteria conservadora	6
a)	Capeamento pulpar indireto, direto, pulpotomia.....	7
b)	Tratamento de dentes imaturos	8
2.	Endodontia.....	10
a)	Perfurações	10
b)	Obturações à retro	10
c)	Reabsorções radiculares	11
III.	Discussão.....	12
IV.	Conclusão	15
V.	Bibliografia	16

Índice de abreviaturas, siglas e acrónimos

MTA – Mineral Trioxide Aggregate

LIPOE - Lesões inflamatórias periradiculares de origem endodôntica

% - percentagem

< - inferior

> - superior

OMS – Organização Mundial da Saúde

° - degrau

ASA - American Society of Anesthesiologists

Índice de figuras

Figura 1: Cápsula pré-dosada de 0,7g do Biodentine em pó.

Figura 2: Kit Biodentine comercializada por Septodont.

Figura 3: Esquema do Biodentine antes e depois da hidratação.

Figura 4: A: capeamento indirecto. B: capeamento directo. C: pulpotomia parcial. D: pulpotomia.

Figura 5: Dentes imaturos: (a) dente imaturo com ápice aberto e paredes finas. (b) radiografia de dente imaturo com lima.

Figura 6: Perfuração da furca de um molar inferior direito.

Figura 7: Resorbção radicular interna do 41.

I. INTRODUÇÃO

Atualmente os profissionais procuram ser cada vez mais conservadores. O conceito de gradiente terapêutico, portanto, foi logicamente imposto a várias disciplinas dentárias. Graças aos avanços científicos, a medicina dentária contemporânea oferece-nos uma nova perspectiva sobre os tratamentos dentários. A preservação dos tecidos está no centro dos novos tratamentos, possibilitados pela pesquisa e pela clínica.

De facto, as lesões profundas de cárie foram previamente tratadas com restaurações de amálgama ou, por um tratamento endodôntico prévio seguido por uma restauração composta de um núcleo de incrustações e uma coroa. Graças a novos dados científicos, hoje tratamos as mesmas lesões com capeamento pulpar direto ou indireto, seguido de uma restauração adesiva, a fim de preservar a vitalidade da polpa usando certos materiais desenvolvidos chamados cimentos tricálcicos. (Koubi, Gilles et al. 2013).

Nos dias de hoje as resinas compostas são utilizadas para perdas estruturais coronárias leves a moderadas de um dente. Estas resinas, ao contrário do amálgama, são capazes de se ligar à dentina através de uma camada híbrida formada por diferentes sistemas adesivos (Koubi, Gilles et al. 2013).

Apesar desses avanços, os compósitos não são "biomateriais ideais" para o tratamento de cáries profundas. De facto, a vitalidade da polpa é ameaçada em vista da contração de polimerização da resina que aumenta a microinfiltração e a liberação de monómeros não polimerizados próximos à polpa. A preservação e manutenção da vitalidade da polpa são os principais objetivos da medicina dentária contemporânea (Camilleri e Pitt Ford. 2006).

O objetivo deste trabalho é revisar a literatura científica para fazer um balanço do Biodentine, focando:

- ✓ Propriedades físico-químicas e biológicas do Biodentine.
- ✓ Campos de aplicação do Biodentine.

A. Materiais e métodos

Esta revisão bibliográfica foi realizada no período de ano escolar. Foi realizada uma busca utilizando diversos mecanismos de busca on-line, incluindo PubMed, Medline, SciElo, Scienc Direct.

Dos artigos disponíveis, foi realizada uma primeira seleção baseada na leitura do título, seguindo-se pela análise do resumo e, por último, pela leitura completa do artigo. Após estas leituras iniciais foram apenas incluídos os artigos com maior relevância para o tema. Para a seleção dos artigos foram estipulados os seguintes critérios de inclusão: artigos publicados em língua portuguesa, inglesa e francesa. Relativamente aos critérios de exclusão, não foram considerados artigos incompletos ou não disponíveis gratuitamente e artigos com informação irrelevante para o tema em desenvolvimento.

No final, 55 artigos e 2 livros foram mantidos para a realização do trabalho científico.

II. **DESENVOLVIMENTO**

A. Presentação do Biodentine

1. História dos cimentos tricálcicos

O primeiro cimento tricálcico comercialmente disponível foi o Mineral Trióxido Agregado (MTA), lançado em 1993 e distribuído pela Dentsply como ProRoot® MTA. Hoje, é comercializado em duas formas: um pó cinza ou um pó branco. É composto de 50 a 75% de óxido de cálcio e 15 a 25% de óxido de silício. Seus 2 componentes formam 70-95% do cimento ao qual é adicionado o óxido de bismuto para torná-lo radiopaco. Durante a hidratação, o cimento formará um gel de hidrato de silicato (Camilleri e Pitt Ford. 2006).

Suas características são: regeneração do cimento; baixa solubilidade em água após o tempo de acerto; aplicação em ambiente húmido; hemostático; barreira impermeável forte e indutor de tecido mineralizado (Cantekin, K., & Avci, S. 2014). As indicações deste material são: polpa direta; apexificação; apexogênese; pulpotomia; preenchimento de perfurações e retro obturação durante a cirurgia endodôntica. Mas também tem desvantagens: longo tempo definido (2 horas e 45 minutos);

alta solubilidade em água durante o tempo de endurecimento; descoloração do dente; dificuldade de manuseio; propriedades mecânicas insuficientes de resistência à compressão e à flexão e alto custo (Cantekin, K., & Avci, S. 2014). Além de seu tempo muito longo, o MTA tem uma baixa resistência à compressão e à flexão, ainda mais baixa que a da dentina natural. Esses fatores limitam o campo de indicação deste material e se opõem ao seu uso como restauração temporária, ou base de restauração no caso de técnicas sanduíche (Kaup, M., Dammann, C. H., Schäfer, E., & Dammaschke, T. 2015).

Desde 2010, um novo cimento tricálcico é comercializado pela Septodont como um novo substituto da dentina (não-metálico e inorgânico): Biodentine. Ao melhorar as propriedades físico-químicas dos cimentos tricálcicos tradicionais (aumento da resistência mecânica e diminuição do tempo de endurecimento), a Septodont facilitou o uso do Biodentine e ampliou seu campo de indicação para o capeamento pulpar (Kaup, M., Dammann, C. H., Schäfer, E., & Dammaschke, T. 2015).

2. Indicação do Biodentine

De acordo com Malkondu e al., (Malkondu, Özlem, Meriç Karapinar Kazandağ, et Ender Kazazoğlu. 2014) as indicações do Biodentine referem-se a tratamentos endodônticos e restauradores:

- ✓ Obturação de perfurações de canal ou assoalho pulpar;
- ✓ Ápiceificação;
- ✓ Reabsorção;
- ✓ Retro obturação durante cirurgias endodônticas;
- ✓ Revestimento de polpa direta ou indireta, no caso de lesão profunda de cárie ou após trauma;
- ✓ Pulpotomia em molares imaturos ou temporários.

3. Composição e funções dos constituintes do Biodentine

Biodentine está na forma de uma cápsula pré-doseada de 0,7 g contendo pó e uma pipeta líquida de utilização única de 0,18 g. Na sua manipulação deve-se abrir a cápsula de pó, retire o pó com uma espátula de cimento, coloque 5 gotas da vagem na cápsula, faça vibrar 30 segundos em um

vibrador de amálgama e use as espátulas do kit para depositar o material na superfície desejada. Bata levemente com um triturador para espalhar o Biodentine graças ao seu efeito tixotrópica. Uma vez misturado, o Biodentine tem um efeito de pasta espessa (Semennikova, K., P. Colon, et N. Pradelle-Plasse 2016).

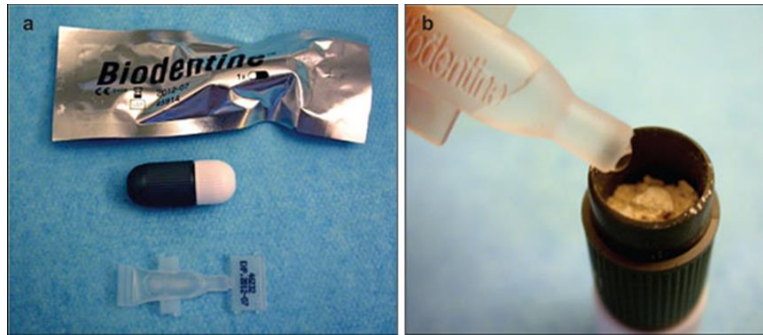


Figura 1: Cápsula pre-dosada de 0,7g do Biodentine em pó (<https://www.septodont.fr>)



Figura 2: Kit Biodentine comercializada por Septodont (<https://www.septodont.fr>)

4. Características químicas do Biodentine

a) Tempo e cinética de toma

Equação de equilíbrio da reação (Semennikova, K., P. Colon, et N. Pradelle-Plasse 2016):



A capacidade do silicato de cálcio em interagir com a água condiciona a fixação e a dureza do material (Septodont, 2009). A hidratação do silicato tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = \text{C}_3\text{S}$) produz um gel

poroso de hidrato de silicato de cálcio (gel de CSH) e hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) (Semennikova, K., P. Colon, et N. Pradelle-Plasse 2016).

O tempo de endurecimento do Biodentine (9 a 12 minutos) é consideravelmente reduzido em comparação com o MTA (2 horas e 45 minutos). Devido à sua cinética, o Biodentine atinge suas propriedades mecânicas máximas após 2 semanas, o que corresponde à formação de cristais de CaCO_3 (calcite) (Bachoo, I. K., Seymour, D., & Brunton, P. 2013).

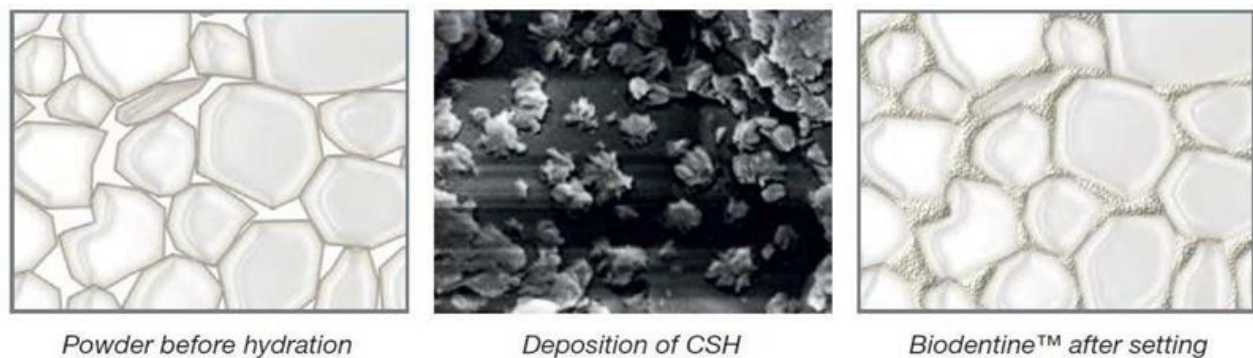


Figura 3: Esquema do Biodentine antes e depois da hidratação (Septodont R&D departement, Biodentine™ Active Biosilicate Technology™, 2009)

b) Resistência à compressão do Biodentine

A resistência à compressão é o valor máximo de resistência registado durante a ruptura de uma amostra cilíndrica submetida a compressão uniaxial. Os cimentos tricálcicos utilizados no capeamento pulpar devem suportar a força oclusal, principalmente posteriormente. Portanto, é essencial que esses materiais resistam às forças mastigatórias, ou seja, tenham resistência à compressão suficiente para enfrentar os impactos externos.

Uma das características do Biodentine é aumentar sua resistência à compressão ao longo do tempo até atingir a da dentina (Septodont, 2009). Vários estudos demonstraram que a resistência à compressão do MTA foi de 41MPa às 24 horas e 76,8MPa aos 28 dias, enquanto a do Biodentine subiu de 170MPa às 24 horas para 304MPa aos 28 dias. Biodentine, portanto, tem melhor resistência à compressão do que o MTA. A resistência à compressão de 28 dias do Biodentine (304MPa) está próxima da da dentina (= 297MPa). Estes resultados podem ser explicados pela

formação contínua do gel CSH, após a montagem inicial do material. Este processo de maturação reduz as porosidades ao longo do tempo. A cristalização do Biodentine continua por 4 semanas, aumentando sua força e firmeza (Kayahan, M. B., Nekoofar, M. H., McCann, A., Sunay, H., Kaptan, R. F., Meraji, N., & Dummer, P. M. H. 2013).

c) Biocompatibilidade do Biodentine

A biocompatibilidade de um material é definida pela capacidade do material de não degradar ou interferir com o meio biológico em que é utilizado. É um material usado em contato com a celulose ou células ósseas. Sua biocompatibilidade é, portanto, imperativa porque pode afetar sua viabilidade. Por muitos anos, muitos estudos mostraram a biocompatibilidade do Mineral Trióxido Agregado (MTA) (Camilleri e Pitt Ford. 2006).

Os testes pré-clínicos do Biodentine revelam resultados muito encorajadores através de testes de citotoxicidade (ISO 7405, ISO10993-5) (Septodont, 2009).

d) Bioatividade do Biodentine

Biodentine possui características muito interessantes: bioativa, biocompatível, de resistência à compressão semelhante à da dentina humana e de fácil utilização. Mas o sucesso do capeamento da celulose é condicionado pela qualidade e durabilidade de suas duas interfaces: Biodentine / Dentina e Biodentine / Materiais Restauradores (Semennikova, K., P. Colon, et N. Pradelle-Plasse 2016).

B. Campos de aplicação

A Biodentine é um substituto da dentina. Devido às suas propriedades mecânicas e biológicas, poderá atuar nos tecidos dentários e circunvizinhos. Seus campos de aplicação estão em perpétua evolução.

1. Dentisteria conservadora

As técnicas em medicina dentária são cada vez mais conservadoras. No entanto, nossos tratamentos, por mais cautelosos que sejam, não podem ser considerados realmente definitivos. É

importante saber qual o tratamento mais adequado e, se possível, mais conservador para os tecidos duros e moles. Esta é a noção de gradiente terapêutico.

a) Capeamento pulpar indireto, direto, pulpotomia

Para cada situação clínica, uma terapia adaptada é proposta.

O melhor preenchimento para um dente é a polpa e a capacidade de a manter saudável permitirá a detecção de estímulos patogênicos. Diante da agressão, a vitalidade do mesmo será comprometida. A inflamação será inicialmente reversível, irreversível e, finalmente, resultará em necrose pulpar se o dente não for tratado. Essa reação inflamatória é benéfica porque atua como uma barreira à disseminação de patógenos e permitirá o início da reação de reparo (Ricucci, D., Loghin, S., and Siqueira, J.F 2014)

Características das três terapias: O capeamento indireto da polpa envolve colocar um material longe da polpa, mantendo uma porção dentinária saudável entre o biomaterial e a polpa. O estilo direto ocorre quando o sangramento pulpar está presente na cavidade. Esse sangramento é evidência de comunicação direta entre a rede de canais radiculares e o ambiente externo. A pulpotomia consiste em remover toda ou parte da polpa da câmara. (Ricucci, D., Loghin, S., and Siqueira, J.F 2014)



Figura 4: A: capeamento indireto. B: capeamento direto. C: pulpotomia parcial. D: pulpotomia.

[\(https://conseildentaire.com/ne-pas-devitaliser-une-dent-le-coiffage-pulpaire/\)](https://conseildentaire.com/ne-pas-devitaliser-une-dent-le-coiffage-pulpaire/)

Prognóstico: A literatura relata que os métodos pulpar e pulpotomia produzem os seguintes resultados (Mente et al., 2014): entre 6 meses e 1 ano, a taxa de sucesso é de 87,5%; entre 1 e 2 anos, esta taxa é de 95,6%, entre 2 e 3 anos, é 87,7% e além de 3 anos, é 99%.

Num interessante estudo clínico e histológico, Nowicka et al. investigaram a resposta da polpa dentária humana com tampas biodentinas. Verificaram que a maioria dos espécimes apresentava formação completa de ponte dentária sem qualquer resposta inflamatória da polpa dentária. Por conseguinte, Biodentine mostrou boa eficácia nos cenários clínicos e pode ser considerada como um interessante e promissor material de revestimento da polpa (Nowicka e al 2013).

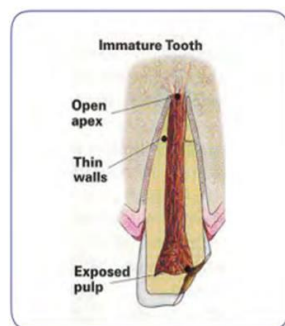
b) Tratamento de dentes imaturos

A formação da raiz, bem como o fechamento do ápice são observáveis durante os 3 anos após a erupção do dente. Quando o dente imaturo necrosa, após trauma, cárie ou outras patologias polpa, formação de dentina e fechamento do ápice são interrompidos (Pawar et al., 2013).

Dentes imaturos estão presentes desde a fase de dentição mista (6 anos) até a fase de dentes adultos jovens (15 anos). O que caracteriza o dente imaturo é a ausência da junção cemento-dentina. Este dente imaturo terá certas peculiaridades anatômicas tornando-o mais delicado para tratar, como:

- ✓ A ausência de dentina secundária implicando em um maior volume de polpa,
- ✓ A ausência de dentina pericanalicular obliterando os túbulos, portero uma dentina muito permeável,
- ✓ Uma região apical não formada com um ápice amplo e paredes radiculares finas,
- ✓ Inervação imatura, tornando o dente menos sensível a diferentes estímulos externo.

A decisão de intervenção será feita levando em consideração o estágio de formação da raiz e o grau de fechamento apical. O objetivo desta intervenção deve ser obter a raiz e a construção alveolar mais eficazes fisiológico possível (Namour e Theys, 2014).



(a)



(b)

Figura 5: Dentes imaturos: (a) dente imaturo com ápice aberto e paredes finas. (b) radiografia de dente imaturo com lima. (http://veallentown.com/wp-content/uploads/2013/03/12_002_30)

Envolvimento pulpar parcial

Ápicogênese: A ápicogênese é definida como "terapia pulpar de um dente vital permitindo um desenvolvimento fisiológico da porção radicular" (American Association of Endodontics 2013).

Esta terapia consiste apenas na remoção da parte necrótica da polpa, a parte canal radicular saudável sendo deixado no lugar. Este último irá garantir a formação fisiológica do ápice. É simplesmente uma pulpotomia do dente imaturo

Envolvimento total da polpa

Revascularização: A revascularização é uma técnica bastante recente. Ele assume que a zona periapical é relativamente rica em células-tronco e que uma estimulação da papila apical associada a um coágulo sanguíneo intraductal controlado permitirá regeneração pulpar, bem como cicatrização periapical (Namour e Theys, 2014). Esta técnica está indicada quando os ápices estão abertos, as paredes da raiz devem ser finas e o sujeito deve ser jovem (quanto mais jovem for, maior será o potencial de diferenciação celular importante). (Namour e Theys, 2014)

Ápexificação: esta técnica é definida pela American Association of Endodontists em 2003 como "Um método para induzir uma barreira calcificada em uma raiz com um ápice aberto ou o prolongamento do desenvolvimento apical de um dente imaturo com necrose pulpar".

O objetivo desta terapia é o restabelecimento de uma barreira apical contra a passagem de toxinas e bactérias no tecido periapical do canal dentário. Esta barreira será necessária para permitir a compactação dos materiais obturadores do canal radicular e assim, facilitar o tratamento endodôntico (Rafter, M. 2005). A ápexificação está indicada nas seguintes situações: dente necrótico imaturo, com ou sem lesão periapical; dente imaturo com reabsorção interna ou externa e dente imaturo com linha de fratura que não se comunica com a cavidade oral.

2. Endodontia
a) Perfurações

Perfuração radicular refere-se à comunicação não natural criada entre o espaço do canal radicular e o periodonto. Se não for tratada, pode levar à inflamação dos tecidos de suporte causada por infecção bacteriana. (Nikoloudaki et al., 2014)

Pode ser de origem iatrogênica ou patológica. De origem iatrogênica podem ser feitas durante: desenvolvimento de cavidades de acesso (piso, bifurcação, parede lateral); a pesquisa de entradas de canal radicular (assoalho, furca) ou vias instrumentais falsas durante o tratamento endodôntico (paredes da raiz). De origem não iatrogênica podem ser: decadência profunda, reabsorção interna e reabsorção externa.



Figura 6: Perfuração da furca de um molar inferior direito. (Dr. Frédéric Manoukian <https://conseildentaire.com/perforation-du-plancher-pulpaire/>)

Muitos estudos demonstraram in vitro a alta resistência de ligação do biodentina mesmo depois de ter sido exposta a várias soluções de irrigação endodônticas. Além disso, Aggarwal et al. descobriram em 2013 que a contaminação do sangue não teve qualquer efeito sobre a resistência de ligação por empurrão do biodentina. Devido à sua elevada resistência à ligação por empurrão, a biodentina é preferível para a reparação da perfuração quer no canal radicular ou na câmara de polpa, mesmo depois de ter sido exposta a vários irrigantes endodônticos (Malkondu e al. 2014).

b) Obturação à retro

Diante de uma lesão periapical, duas opções de tratamento estão disponíveis:

- ✓ Tratamento ortógrado clássico, cuja taxa de sucesso varia entre 47-97%. (Cristian de Chevigny, T.T.D. 2008)
- ✓ Tratamento retrógrado, por via apical, cuja taxa de sucesso chega a 91%. (Barone e al. 2010)

A cirurgia endodôntica é indicada nos seguintes casos: persistência dos sintomas; falhas radiológicas do tratamento ortógrado adequado; perfurações radiculares iatrogênicas (instrumentos fraturados não acessíveis através do convencional); canais impermeáveis e presença de Lesões Inflamatórias Periradiculares de Origem Endodôntica (LIPOE); presença de um LIPOE e restauração coronária perfeitamente selada (remoção deste a restauração protética é impossível ou apresenta um alto risco de fratura radicular) (Jensen e al., 2002). O Biodentine neste tipo de tratamento é o material ideal.

c) Reabsorções radiculares

De acordo com Gunrag em 1999: "As reabsorções resultam de um processo de destruição parcial ou total do tecido dentário, após infecção e / ou trauma. Dependendo da natureza e localização dos danos, as repercussões serão internas ou externas, inflamatórias ou de substituição, superficial ou profundo, reversível ou não".

Com a sua comprovada de biocompatibilidade e sua capacidade de induzir precipitação de fosfato de cálcio (componente da parte mineral do osseo e dos dentes) na interface com o tecido periodontal, os cimentos de silicato de cálcio desempenham um papel importante na reparação do tecido ósseo. Tornaram-se gradualmente os materiais de escolha para a reparação de todos os tipos de defeitos dentinários, criando vias de comunicação entre o sistema radicular e o ligamento periodontal (Baranwal, A. K. 2016). Após a sua introdução como cimento de silicato de cálcio de endurecimento rápido, o Biodentina com a sua facilidade de manipulação e manipulação pode ser considerada como um interessante e promissor material de reparação de reabsorção (Arora, D. V. 2013). A biodentina tem uma melhor consistência após a mistura, o que permite uma fácil colocação em áreas de defeito de reabsorção ou obturação de todo o sistema de canais radiculares (S, P., & Ranjan, M. 2014).

Em dois relatórios de casos, Baranwal e Agrawal (2020), mostraram resultados bem-sucedidos do Biodentina quando esta é utilizada no tratamento da reabsorção radicular externa cervical e apical

com mais de 1 ano de seguimento (Baranwal, A. K. 2016). Por outro lado, existe alguma dificuldade na remoção do Biodentina em caso de novo tratamento (Arora, D. V. 2013).

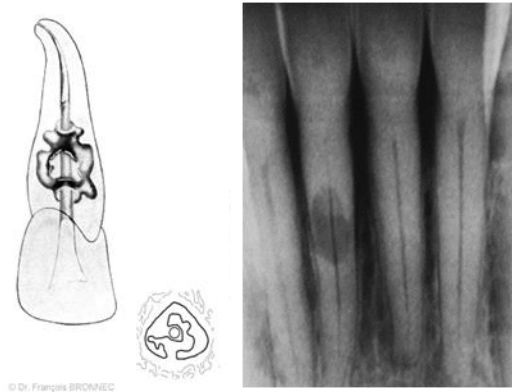


Figura 7: Resorção radicular interna do 41 (Dr Francois BRONNEC)
<https://www.idweblogs.com/e-endo/les-resorptions-radiculaires-1/>

III. Discussão

Os cimentos à base de silicato de cálcio melhoram a implementação e o prognóstico de certas terapias endodônticas. A sua capacidade de estimular as células progenitoras de polpa permite a sua utilização para o nivelamento da polpa, ápiceogenese ou ápiceificação. O periodonto regenera ao contacto com eles, permitindo que sejam utilizados para obturação de canais radiculares ou para reparar qualquer tipo de perfuração de raízes. Finalmente, em condições anti-sépticas e hemostáticas correctas, a sua ligação à dentina é satisfatória e não requer preparação de superfície como a decapagem. No entanto, as suas pobres propriedades mecânicas e o seu lento tempo de preparação não os tornam materiais ideais.

Um estudo realizado por Awawdeh et al. (2018), com o objetivo de avaliar o desempenho clínico do Biodentine e do MTA, utilizaram 68 dentes, entre incisivos, prémolares e molares, cariados e com sinais e sintomas de pulpíte reversível, com um followup de 180, 365, 730 e 1095 dias. Não houve diferenças significativas na taxa geral de sucesso entre o Biodentine e o MTA, que foi de 93,3% Biodentine teve 93,1% e o MTA 93,5% aos 6 meses. A taxa geral de sucesso aumentou para 96,2% em 1 ano e para 100% em 2 anos. Já em três anos, diminuiu para 93,8%. Os autores relataram que Biodentine e o MTA apresentam taxas de sucesso favoráveis e comparáveis quando utilizadas

com capeamento direto ou material de pulpotomia em dentes permanentes e maduros com exposição de causa cariiosa. A estrutura dentária restante e a durabilidade da restauração podem afetar significativamente o sucesso a longo prazo da terapia pulpar vital. Awawdeh et al. (2018)

Há algumas desvantagens a assinalar. Muitos estudos de casos de indicações endodônticas tais como reparações de perfuração e cirurgia apical utilizam uma radiopacidade próxima da da dentina, o que por vezes torna difícil o controlo radiológico da colocação do material. Após um tempo de contacto de vários meses com cimentos de silicato de cálcio e, portanto, com Biodentine, as propriedades mecânicas da dentina parecem deteriorar-se. As grandes restaurações devem, portanto, ser realizadas com cautela, mas foram publicados vários casos para a colagem de grandes incrustações ou mesmo a cimentação de coroas metalo-cerâmicas.

Um estudo de Brizuela e al. (2017), com objectivo de avaliar a taxa de sucesso do Biodentine versus hidróxido de cálcio versus MTA em odontopediatria por tratamento de capeamento pulpar direto, realizado em 169 crianças verificou-se que o Biodentine e o MTA oferecem vantagens sobre o hidróxido de cálcio.

Um estudo de Ayoub et al. (2018) visa avaliar clínica e radiograficamente as taxas de sucesso e eficácia do Biodentine como medicamento de pulpotomia exclusivamente em molares primários com reabsorção fisiológica da raiz. Num total de 35 molares verificou-se que as taxas de sucesso clínico e radiográfico na pulpotomia usando Biodentine aos 6 e 12 meses foram de 100%. As pulpotomias realizadas com Biodentine foram inteiramente bem-sucedidas.

Lavaud et al. mostraram resultados bem-sucedidos de biodentina sem quaisquer sintomas clínicos ou radiológicos quando é utilizada para pulpotomia dos dentes primários (9 meses de seguimento), capeamento indirecto de um molar hipomineralizado (12 meses de seguimento) e ápiceogénese (14 meses de seguimento) (Lavaud et al.2012). Villat et al., efectuaram uma pulpotomia parcial num segundo pré-molar direito imaturo de um paciente de 12 anos. Após 6 meses, o paciente não relatou qualquer dor ou queixa durante o período de observação. Além disso, os autores detectaram a formação de ponte dentina homogénea, bem como a continuação do desenvolvimento radicular. Consequentemente, comentaram que uma resposta pulpar rápida e favorável torna este material uma escolha adequada em comparação com outros materiais (Villat e al. 2013).

Num relatório de caso, Pawar et al. (2013) avaliaram a biodentina como um material retrógrado na gestão de uma grande lesão periapical associada a incisivos centrais e laterais superiores direitos previamente traumatizados. Após 18 meses de cirurgia apical, encontraram uma cicatrização periapical progressiva evidente.

A maioria dos casos clínicos relativos a Biodentine estão de acordo sobre um ponto: são necessários estudos a longo prazo para confirmar os bons resultados do material para as diferentes indicações possíveis. Também, se a preservação da vitalidade da polpa saudável, seria interessante estudar a capacidade do material para agir em polpas inflamatórias, como Awawdeh et al. já fizeram em 2020. De facto, estes autores encontraram a eficácia do capeamento direto de polpa com Biodentine, com sintomas de pulpite reversível.

Aplicação e usos do Biodentine no ODP

Biodentine é um cimento tricálcico com alta bioatividade. Permite a formação de hidroxiapatita, dentina restauradora e cicatrização pulpar. Este parâmetro ampliará seu campo de indicação. Para proteção direta ou indireta, Biodentine é o material de escolha. A sua rigidez e adesão aos tecidos dentinários garantem o sucesso terapêutico. A adesão aos sistemas adesivos parece ser semelhante à da dentina.

A singularidade do Biodentine não reside apenas na sua inovação bioactiva e "polpa-protectora" química, mas também na sua aplicação universal tanto na coroa como na raiz. Na área da coroa dentária, é indicada para o nivelamento da polpa, pulpotomia, tratamento de lesões cariosas profundas utilizando a técnica de sanduíche, e também como restauração temporária do esmalte ou substituição permanente da dentina (Camilleri, Josette 2013). A sua utilização na raiz inclui a gestão de perfurações de furos ou canais radiculares, reabsorção interna e externa, ápiceificação e obturação retrógrada do canal radicular (Nayak, Gurudutt, e al. 2014). Assim, verifica-se que os campos de aplicação do Biodentine são extremamente diversos e variados. Biodentine permite a máxima conservação e preservação da anatomia e histologia do dente.

A característica deste material permite a sua colocação numa única etapa, pode ser aplicado numa única sessão e preenchido sobre toda a altura do dente no caso de cobertura indirecta ou directa da polpa. Posteriormente, podem ser realizados procedimentos de ligação directa ou indirecta sobre o material, que actuará como um substituto da dentina. Estes desenvolvimentos também facilitam o

tratamento endodôntico: por exemplo, numa única sessão de tratamento, uma reparação do canal radicular com Biodentine pode ser seguida por um enchimento do canal radicular com gutta percha. Além disso, poderia ser utilizado também como material de substituição óssea para estabilização de implantes. Por outro lado, a biodentina não é recomendada em grandes acumulações ou em incrustações estéticas

IV. Conclusão

O desenvolvimento do Biodentine, de composição semelhante ao MTA, mas com purezas, combina as vantagens dos cimentos de silicato de cálcio com uma redução significativa das suas desvantagens. Assim, a combinação de tempo de presa curto, facilidade de utilização, estabilidade de cor e boas propriedades mecânicas tornam o Biodentine uma alternativa válida ao MTA em endodontia, dentisteria restauradora e odontopediatria.

Embora ainda haja falta de estudos, a grande variedade de casos publicados mostra que as possibilidades de utilização do Biodentine são numerosas. O prognóstico é favorecido pela preservação máxima do tecido dentário e pela preferência pelo nivelamento da polpa em detrimento tratamento endodôntico.

Biodentine é, portanto, um material do futuro e tem o seu lugar no material terapêutico do médico dentista.

V. Bibliografia

Aggarwal V., Singla M., Miglani S., Kohli S. 2013. « Comparative evaluation of push-out bond strength of ProRoot MTA, Biodentine, and MTA Plus in furcation perforation repair ». *J Conserv Dent* 16: 462-465.

Agrawal, V. S., & Kapoor, S. 2020. « Management of root canal stenosis and external inflammatory resorption by surgical root reconstruction using Biodentine ». *Journal of Conservative Dentistry*

Aksel, Hacer, Selen Küçükaya Eren, Sevinc Askerbeyli Örs, et Eda Karaismailoğlu. 2018. « Surface and Vertical Dimensional Changes of Mineral Trioxide Aggregate and Biodentine in Different Environmental Conditions ». *Journal of Applied Oral Science* 27.

Araújo, Leandro Borges et al. 2018. « Effects of Mineral Trioxide Aggregate, Biodentine™ and Calcium Hydroxide on Viability, Proliferation, Migration and Differentiation of Stem Cells from Human Exfoliated Deciduous Teeth ». *Journal of Applied Oral Science* 26.

Arora, D. V. 2013. « Bioactive dentin replacement ». *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*.

Awawdeh, L., Al-Qudah, A., Hamouri, H., & Chakra, R. J. (2018). « Outcomes of Vital Pulp Therapy Using Mineral Trioxide Aggregate or Biodentine: A Prospective Randomized Clinical Trial ». *Journal of Endodontics*.

Ayoub, Fouad, Hitaf Nasrallah, Balsam El Noueiri, et Charles Pilipili. 2018. « Evaluation of Biodentine Pulpotomies in Deciduous Molars with Physiological Root Resorption (Stage 3) ». *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 11(5): 393-98.

Bachoo, I. K., Seymour, D., & Brunton, P. 2013. « A biocompatible and bioactive replacement for dentine: Is this a reality? The properties and uses of a novel calcium-based cement ». *British Dental Journal*.

Ballal, V et al. 2018. « Effects of Chelating Agent and Acids on Biodentine ». *Australian Dental Journal* 63(2): 170-76.

Baranwal, A. K. 2016. « Management of external invasive cervical resorption of tooth with Biodentine: A case report ». *Journal of Conservative Dentistry*.

Barone, C., Dao, T.T., Basrani, B.B., Wang, N., and Friedman, S. 2010. « Treatment outcome in endodontics: the Toronto study--phases 3, 4, and 5: apical surgery ». *J. Endod.* 36, 28–35.

Belli, Sema, Oğuz Eraslan, et Gürcan Eskitaşcıoğlu. 2018. « Effect of Different Treatment Options on Biomechanics of Immature Teeth: A Finite Element Stress Analysis Study ». *Journal of Endodontics* 44(3): 475-79.

Brizuela, Claudia et al. 2017. « Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide, Mineral Trioxide Aggregate, and Biodentine in Permanent Young Teeth with Caries: A Randomized Clinical Trial ». *Journal of Endodontics* 43(11): 1776-80.

Camilleri, Josette. 2013. « Investigation of Biodentine as Dentine Replacement Material ». *Journal of Dentistry* 41(7): 600-610.

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.

Cantekin, K., & Avci, S. 2014. « Evaluation of shear bond strength of two resin-based composites and glass ionomer cement to pure tricalcium silicate-based cement (Biodentine ®)». *Journal of Applied Oral Science*.

Caruso, Silvia et al. 2018. « Clinical and radiographic evaluation of Biodentine versus calcium hydroxide in primary teeth pulpotomies: a retrospective study ». *BMC Oral Health* 18(1): 54.

Chogle, Sami M. A., Harold E. Goodis, et Bassam Michael Kinaia. 2012. « Pulpal and Periradicular Response to Caries: Current Management and Regenerative Options ». *Dental Clinics of North America* 56(3): 521-36.

Cristian de Chevigny, T.T.D. 2008. « Treatment Outcome in Endodontics: The Toronto Study-Phase 4: Initial Treatment ». *J. Endod.* 34, 258–263.

Dawood, Alaa E., David J. Manton, Peter Parashos, et Rebecca H. K. Wong. 2016. « The Effect of

Working Time on the Displacement of Biodentine™ beneath Prefabricated Stainless Steel Crown: A Laboratory Study ». *Journal of Investigative and Clinical Dentistry* 7(4): 391-95.

El Meligy, Omar Abd El Sadek, Najlaa Mohamed Alamoudi, Sulaiman Mohamed Allazzam, et Azza Abdel Mohsen El-Housseiny. 2019. « Biodentine™ versus formocresol pulpotomy technique in primary molars: a 12-month randomized controlled clinical trial ». *BMC Oral Health* 19(1): 3.

Farges, Jean-Christophe et al. 2009. « Odontoblasts in the Dental Pulp Immune Response ». *Journal of Experimental Zoology. Part B, Molecular and Developmental Evolution* 312B(5): 425-36.

Fuss, Zvi, Igor Tsesis, et Shaul Lin. 2003. « Root Resorption--Diagnosis, Classification and Treatment Choices Based on Stimulation Factors ». *Dental Traumatology: Official Publication of International Association for Dental Traumatology* 19(4): 175-82.

Hayes, M. et al. 2016. « Evaluation of Biodentine in the Restoration of Root Caries: A Randomized Controlled Trial ». *JDR Clinical & Translational Research* 1(1): 51-58.

Jensen, S., Nattestad, A., Egdø, P., Sewerin, I., Munksgaard, E., and Schou, S. 2002. « A prospective, randomized, comparative clinical study of resin composite and glass ionomer cement for retrograde root filling ». *Clin. Oral Investig.* 6, 236–243

Kaup, M., Dammann, C. H., Schäfer, E., & Dammaschke, T. 2015. « Shear bond strength of Biodentine, ProRoot MTA, glass ionomer cement and composite resin on human dentine ex vivo ». *Head and Face Medicine*.

Kayahan, M. B., Nekoofar, M. H., McCann, A., Sunay, H., Kaptan, R. F., Meraji, N., & Dummer, P. M. H. 2013. « Effect of acid etching procedures on the compressive strength of 4 calcium silicate-based endodontic cements ». *Journal of Endodontics*.

Kaur, Mandeep et al. 2017. « MTA versus Biodentine: Review of Literature with a Comparative Analysis ». *Journal of Clinical and Diagnostic Research : JCDR* 11(8): ZG01-5.

Kim, Jong Ryul, Ali Nosrat, et Ashraf F. Fouad. 2015. « Interfacial Characteristics of Biodentine

and MTA with Dentine in Simulated Body Fluid ». *Journal of Dentistry* 43(2): 241-47.

Koubi, Gilles et al. 2013. « Clinical Evaluation of the Performance and Safety of a New Dentine Substitute, Biodentine, in the Restoration of Posterior Teeth — a Prospective Study ». *Clinical Oral Investigations* 17(1): 243-49.

Lasfargues, Colon. 2009. *Odontologie conservatrice et restauratrice tome1: une approche medicale globale*. Cdp.

Lavaud A., Morchid L., Thebaud N., Rouas P., Nancy J. 2012. « Biodentine®, a new dentin substitute: case reports ». *11th congress of the EAPD, Strasbourg*.

Malkondu, Özlem, Meriç Karapınar Kazandağ, et Ender Kazazoğlu. 2014. « A Review on Biodentine, a Contemporary Dentine Replacement and Repair Material ». *BioMed Research International* 2014: 160951.

Mente, J., Hufnagel, S., Leo, M., Michel, A., Gehrig, H., Panagidis, D., Saure, D., and Pfefferle, T. 2014. « Treatment Outcome of Mineral Trioxide Aggregate or Calcium Hydroxide Direct Pulp Capping: Long-term Results ». *J. Endod.* 40, 1746–1751

Mondelli, J. a. S. et al. 2019. « Biocompatibility of Mineral Trioxide Aggregate Flow and Biodentine ». *International Endodontic Journal* 52(2): 193-200.

Nagendrababu, Venkateshbabu et al. 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 ». *The Journal of Evidence-Based Dental Practice* 19(1): 17-27.

Namour, Mélanie, et Stephanie Theys. 2014. « Pulp Revascularization of Immature Permanent Teeth: A Review of the Literature and a Proposal of a New Clinical Protocol ». *TheScientificWorldJournal* 2014: 737503.

Nayak, Gurudutt, et Mohammad Faiz Hasan. 2014. « Biodentine-a Novel Dentinal Substitute for Single Visit Ápiceification ». *Restorative Dentistry & Endodontics* 39(2): 120-25.

Nikfarjam, Frangis et al. 2016. « Influence of Biodentine® - A Dentine Substitute - On Collagen Type I Synthesis in Pulp Fibroblasts In Vitro ». *PLoS ONE* 11(12): e0167633.

Nikoloudaki, Georgia, Taxiarchis Kontogiannis, Helen Meliou, et Nikolaos Kerezoudis. 2014. « A Comparative In-Vitro Study of Sealing Ability of Four Different Materials Used in Furcation Perforation ». *Open Journal of Stomatology* 04: 402-11.

Nilsson, Elisabeth, Eric Bonte, François Bayet, et Jean-Jacques Lasfargues. 2013. « Management of Internal Root Resorption on Permanent Teeth ». *International Journal of Dentistry* 2013: 929486.

Nowicka, A., Lipski, M., Parafiniuk, M., Sporniak-Tutak, K., Lichota, D., Kosierkiewicz, A., Buczkowska-Radlińska, J. 2013. « Response of human dental pulp capped with Biodentine and mineral trioxide aggregate ». *Journal of Endodontics*.

Parinyaprom, Nuttaporn et al. 2018. « Outcomes of Direct Pulp Capping by Using Either ProRoot Mineral Trioxide Aggregate or Biodentine in Permanent Teeth with Carious Pulp Exposure in 6- to 18-Year-Old Patients: A Randomized Controlled Trial ». *Journal of Endodontics* 44(3): 341-48.

Pawar, A., Pawar, M., Hegde, V., and Kokate, S. 2013. « Ápiceification of non-vital central incisors with wide open apices using conventional approach of calcium hydroxide dressings and contemporary approach of artificial apical barrier by apical plug of Biodentine: Report of two cases ». *Univers. Res. J. Dent.* 3, 79

Rafter, M. 2005. « Ápiceification: a review. *Dent* ». *Traumatol.* 21, 1–8.

Rajasekharan, S., L. C. Martens, R. G. E. C. Cauwels, et R. P. Anthonappa. 2018. « Biodentine™ Material Characteristics and Clinical Applications: A 3 Year Literature Review and Update ». *European Archives of Paediatric Dentistry: Official Journal of the European Academy of Paediatric Dentistry* 19(1): 1-22.

Ricucci, D., Loghin, S., and Siqueira, J.F 2014. « Correlation between Clinical and Histologic Pulp Diagnoses ». *J. Endod.* 40, 1932–1939.

S, P., & Ranjan, M. 2014. « Review on Biodentine-A Bioactive Dentin Substitute ». *IOSR Journal*

of Dental and Medical Sciences.

Semennikova, K., P. Colon, et N. Pradelle-Plasse 2016. « Les ciments tricalciques: exemple du matériau Biodentine™. Partie 1, présentation, composition et propriétés ». *Biomatériaux dentaires cliniques 1, no 2*: 16-25.

Septodont. « Biodentine™; Active Biosilicate Technology™ ». Septodont, 2009. <http://www.septodont.fr/>.

Simon, Machtou, Pertot. 2020. *Endodontie - 2e édition*. Editions CdP.

Soni, Harleen Kaur. 2016. « Biodentine Pulpotomy in Mature Permanent Molar: A Case Report ». *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR* 10(7): ZD09-ZD11.

de Sousa Reis, Magda, Roberta Kochenberger Scarparo, Liviu Steier, et José Antônio Poli de Figueiredo. 2019. « Periradicular Inflammatory Response, Bone Resorption, and Cementum Repair after Sealing of Furcation Perforation with Mineral Trioxide Aggregate (MTA Angelus™) or Biodentine™ ». *Clinical Oral Investigations* 23(11): 4019-27.

Stringhini Junior, Emyr, Manuela Gouvêa Campêlo Dos Santos, Luciana Butini Oliveira, et Montse Mercadé. 2019. « MTA and Biodentine for Primary Teeth Pulpotomy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical Trials ». *Clinical Oral Investigations* 23(4): 1967-76.

Taha, Nessrin A., et Sakhaa Z. Abdulkhader. 2018. « Full Pulpotomy with Biodentine in Symptomatic Young Permanent Teeth with Carious Exposure ». *Journal of Endodontics* 44(6): 932-37.

Vidal, Karla et al. 2016. « Apical Closure in Ápiceification: A Review and Case Report of Ápiceification Treatment of an Immature Permanent Tooth with Biodentine ». *Journal of Endodontics* 42(5): 730-34.

Villat, Cyril, Brigitte Grosogeat, Dominique Seux, et Pierre Farge. 2013. « Conservative Approach of a Symptomatic Carious Immature Permanent Tooth Using a Tricalcium Silicate Cement (Biodentine): A Case Report ». *Restorative Dentistry & Endodontics* 38(4): 258-62.