



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
FERNANDA FERREIRA DA SILVA

BIODENTINE NA TERAPIA ENDODÔNTICA:
REVISÃO DE LITERATURA

Tubarão
2019

FERNANDA FERREIRA DA SILVA

**BIODENTINE NA TERAPIA ENDODÔNTICA:
REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Odontologia da
Universidade do Sul de Santa Catarina
como requisito parcial à obtenção do título
de Bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof^ª. Marilin Duarte da Silva de Oliveira, Ms.

Tubarão
2019

FERNANDA FERREIRA DA SILVA

**BIODENTINE NA TERAPIA ENDODÔNTICA:
REVISÃO DE LITERATURA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Odontologia e aprovado em sua forma final pelo Curso de Odontologia da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 17 de junho de 2019.
Marilyn Duarte da Silva Oliveira
Prof.^a Curso de
Odontologia - Unisul
CRO - 2364

Professora e orientadora Marilyn Duarte da Silva de Oliveira, Ms.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Frederico May Feuerschutte
CRO/SC 2326
Curso de Odontologia
UNISUL

Frederico May Feuerschutte

Prof. Frederico Feuerschutte, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Fernando Aguiar Neves Filho
CRO/SC 8584
Prof.^o do Curso de Odontologia - UNISUL

Prof. Fernando Aguiar Neves Filho, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho a Deus e a minha família que sempre esteve presente em todos os momentos me apoiando.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me deu força, fé e acima de tudo esperança de que tudo iria dar certo.

Agradeço aos meus pais Arlei da Silva e Adriana de S. Ferreira da Silva pelo apoio e oportunidade de cursar a Odontologia e me orientarem para seguir sempre o caminho do bem. Para eles, toda minha gratidão, por me apoiarem em todas as situações e por abrirem mão de muitas coisas para eu conseguir a minha formação, sei o quanto foi difícil eu chegar até aqui, e graças a vocês hoje estou onde sempre almejei, e principalmente juntos e unidos como uma família. Obrigada Pai e Mãe.

Ao meu irmão Davi Ferreira da Silva, pelo apoio nos momentos mais difíceis.

Ao meu namorado Jorge Luiz de Abreu, pelo apoio nos momentos difíceis e, também, pelos ensinamentos que me passou no curso de Odontologia.

A minha orientadora de conclusão do curso, professora Ms. Marilin Duarte Da Silva De Oliveira, que sempre esteve disposta a ajudar para este trabalho se concretizar. Obrigada pelos seus ensinamentos e mostrar-me o quão importante é a endodontia, por você minha gratidão será eterna.

Quero agradecer também aos meus professores examinadores por compartilhar de seus conhecimentos e dedicar de seu tempo por estarem aqui neste momento, minha gratidão e carinho por vocês sempre! Obrigada professor Frederico e professor Fernando.

Aos colegas e amigos que estiveram ao meu lado nesse período da graduação, entendendo a minha ausência para momentos de estudos, agradecendo a amizade que levarei na minha caminhada de vida.

Aos mestres do curso de Odontologia da UNISUL pelos quais adquiri conhecimentos para exercer a profissão.

A todos que, de alguma forma, contribuíram durante a minha jornada acadêmica: meu singelo, muito obrigada!

“Se o dinheiro for a sua esperança de independência, você jamais a terá. A única segurança verdadeira consiste numa reserva de sabedoria, de experiência e de competência.” (HENRY FORD).

RESUMO

O presente estudo apresenta, por meio da revisão da literatura científica, os aspectos referentes à Biodentine. A composição se faz de pó de silicato de tricálcio, carbonato de cálcio e óxido de zircônio. O líquido contém água, cloreto de cálcio e policarboxilato modificado. Ainda, como radiopacificador na sua composição química, óxido de zircônio. Comercialmente, em uma cápsula individual contendo 700g de um pó e uma embalagem individual contendo 0,18ml de uma solução aquosa, que devem ser misturados por trinta segundos em amalgamador para obtenção de um cimento com consistência cremosa, adequada para uso clínico na endodontia, como na dentística. Apresenta-se como substituto da dentina para restaurações de resina composta, capeamento pulpar direto e indireto, serve também para material de reparo endodôntico, assim como para retrobturação em cirurgias parendodônticas e apicificação de uma única sessão. Induz a formação de dentina reparadora, evidenciando sua bioatividade. Também apresenta grande capacidade de vedação, maior resistência à compressão, menor tempo de endurecimento, maior biocompatibilidade, baixa citotoxicidade e propriedades de biomineralização, o que evidencia sua superioridade quando comparada ao MTA.

Palavras-chave: Biodentine. Endodontia. Odontologia.

ABSTRACT

The objective of this research is to present the aspects of use of Biodentine, through literature review. Biodentine is composed of tricalcium silicate powder, calcium carbonate and zirconium oxide. The liquid contains water, calcium chloride and transformed polycarboxylate. Its composition is also added, zirconium oxide. It is sold in individual capsules of 700 grams of a powder and an individual pack containing 0.18 ml of an aqueous solution. Both should be mixed for 30 seconds in an amalgamator to obtain a creamy cement for clinical use of endodontics, such as dentist. It is a substitute of dentine for composite resin restorations, direct and indirect pulp capping and serves for dental repairs, as well as for retrograde obturation in parendodontic surgeries and single-chamber firming. It induces the formation of restoring dentin evidencing its bioactivity. Biodentine also has great ability, higher pressure resistance, shorter setting time, higher biocompatibility, low cytotoxicity and biomineralization capacity. This is evidence of their superiority if compared to the MTA.

Keywords: Biodentine. Endodontics. Dentistry

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	11
2.1	OBJETIVO GERAL	11
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3	METODOLOGIA	12
4	REFERENCIAL TEÓRICO	13
4.1	COMPOSIÇÕES QUÍMICAS E SUAS INDICAÇÕES	13
4.2	MODO DE PREPARO DA BIODENTINE	16
4.3	PROPRIEDADES BIOLÓGICAS	17
4.4	PROPRIEDADES FÍSICAS	19
4.5	VANTAGEM DA BIODENTINE	23
4.6	DESvantagens DA BIODENTINE	24
5	DISCUSSÃO	27
6	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

Recentemente, o Biodentine (*Septodont, Saint Maur des Fossés, França*) foi introduzido como uma nova alternativa de material reparador ao MTA. (RAJASEKHARAN; MARTENS, 2014). Este novo material que foi lançado comercialmente em 2009, possui indicação tanto na endodontia como na dentística (MALKONDU, 2014).

Biodentine foi apresentada pelo fabricante como um “substituto dentinário Bioativo” e suas indicações são semelhantes ao MTA (ALMEIDA et al, 2015). Biodentine tem grande capacidade de vedação, maior resistência à compressão, menor tempo de endurecimento, maior biocompatibilidade, bioatividade e propriedades de biomineralização que o MTA. O Biodentine também é um material que mostra melhores propriedades antibacterianas em relação à MTA, ou seja, possui uma atividade melhor mediante possíveis infecções do uso do mesmo, assim como um baixo efeito citotóxico. (SHAYEGAN et al, 2012).

Sua composição é um cimento dental à base de silicato de cálcio de alta pureza foi projetada como um substituto da dentina para restaurações de resina composta, capeamento pulpar direto e indireto, serve também para material de reparo endodôntico, assim como para retrobturação em cirurgias parendodônticas. (ABOUT, 2016; LAURENT et al, 2009).

A bioatividade da Biodentine é definida partindo da capacidade de o material poder estabelecer uma resposta biológica em sua interface, o que resulta na formação de um vínculo entre os tecidos e o material (CERAM, et al, 1996). Tem sido demonstrado *in vitro* para induzir a formação de cálcio e fósforo na superfície após imersão em fluídos biológicos e permite a formação de uma camada interfacial com dentina (HAN, 2013).

O mecanismo de ação proposto para efeito de Biodentine na dentina é que, primeiro, uma degradação de componentes colágenos ocorre devido a um efeito cáustico alcalino (WATSON TF, 2014). Estudos *in vivo* demonstraram a formação de dentina reparadora, uma evidência para sua bioatividade, resultando, assim, em uma ligação com o tecido (MARTIN; MONTICELLI, 2007).

Biodentine é composta de pó e líquido, sendo o pó composto principalmente de silicato de tricálcio, carbonato de cálcio e óxido de zircônio. O líquido contém água,

cloreto de cálcio (este é usado para acelerar o endurecimento) e, também, composto por policarboxilato modificado (superplastificante) (LAURENT et al, 2008).

Biodentine apresenta-se comercialmente em uma cápsula individual contendo 700mg de um pó esbranquiçado e uma embalagem individual contendo 0,18ml de uma solução aquosa. Ambos devem ser misturados por trinta segundos em amalgamador para completa homogeneização e obtenção de um “cimento” com consistência cremosa, adequada para manipulação clínica. (SILVA et al, 2015).

Em meio a tais pressupostos, o presente estudo se pauta em compreender, através das revisões das literaturas, os trabalhos de diversos autores, que forneçam um embasamento científico para a pesquisa sobre a Biodentine, como um “substituto dentinário Bioativo”.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Conhecer, por meio da revisão da literatura científica, os aspectos referentes à Biodentine na terapia endodôntica, por meio de pesquisa em livros e artigos disponíveis nas bases de dados atuais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Conhecer sua composição química e indicações;
- b) Conhecer seu modo de preparo;
- c) Conhecer suas propriedades: Físicas e Biológicas;
- d) Conhecer as vantagens e desvantagens da Biodentine, quando comparada a outros materiais similares.

3 METODOLOGIA

O presente estudo será realizado no período de setembro 2018 a junho de 2019 e consiste em uma revisão de literatura acerca do material Biodentine. Serão selecionados artigos científicos publicados em bases de dados disponível na biblioteca Unisul. Também serão realizadas buscas em literatura dentro do Google acadêmico. As palavras-chave são: Biodentine, Endodontia, Odontologia. Serão selecionados artigos e dissertações em língua portuguesa e inglesa, publicados no período de 2000 a 2019.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 COMPOSIÇÕES QUÍMICAS E SUAS INDICAÇÕES

O autor Marques e outros, em 2017, realizaram uma pesquisa experimental com o objetivo de analisar a resistência de união de diferentes cimentos de silicato de tricálcio à cavidade retrógada, utilizando um teste *push-out*. Foram utilizados trinta incisivos centrais de dentes humanos, preparados com instrumentos manuais de #80 e as raízes foram seccionadas transversalmente. Foram obtidas depois de eliminar a extremidade apical em 4mm da raiz. Os canais preparados foram irrigados com 2ml de NaOCl a 1% entre o uso de cada instrumento e a broca; A irrigação final foi realizada em 2ml de EDTA 17% por 5 minutos, seguida de irrigação com 5ml de água destilada. Os canais foram secos com pontas de papel absorventes. As amostras (as raízes preparadas) foram divididas em três grupos experimentais de acordo com o material de obturação retrógada: (n = 10): ProRoot MTA, MTA Angelus e Biodentine. As trinta amostras foram examinadas macro e microscopicamente sob estereoscópio em 25 vezes e radiografados no sentido Buco-palatal. Então, após o teste de *push-out*, os grupos experimentais foram examinados sob um microscópio estereoscópio em ampliação de 25 vezes para avaliar os modos de falhas. A falha foi considerada adesiva, se o cimento foi completamente separado da dentina com uma superfície de dentina livre de cimento. A falha foi considerada coesiva se a fratura ocorreu dentro do cimento, com uma superfície de dentina completamente coberta por cimento. A falha foi considerada mista quando uma superfície de dentina foi parcialmente coberta por cimento. Com esses pressupostos, observou-se que o material MTA Angelus e ProRoot MTA exibiram falhas mistas, considerando que a Biodentine mostrou falhas mistas e coesas no cimento. Assim, os autores afirmam que os materiais de obturação apical, baseados em silicato de tricálcio que testaram no presente estudo, mostraram resistência semelhante à cavidade retrógada. Os autores, assim, concluíram que, embora todos os três cimentos tenham exibido resistência semelhante no estudo, o modo de falha de Biodentine era diferente, com uma maior incidência de fracasso coeso. Isso sugere que a Biodentine pode ser usado como uma alternativa ao MTA por causa de sua estabilidade melhorada no local da obturação apical.

O autor Bernabé (2005 apud MARQUES, 2017, p. 01) e seus pares pesquisadores escolheram o material obturador dos grupos experimentais que afeta

o resultado do tratamento, logo, um material obturador deve apresentar as seguintes propriedades: biocompatibilidade com os tecidos periapicais, citotoxicidade baixa, solubilidade, selamento marginal adequado, resistência de união à dentina e bioatividade. Destacando que a bioatividade refere-se a propriedades inerentes a alguns materiais de participarem em reações biológicas específicas.

O autor Malkondu e parceiros, (2014 apud MARQUES, 2017, p. 2) afirmaram que a Biodentine foi lançada comercialmente em 2009 como um substituto de dentina. Ela é um composto de silicato tricálcico (80,1%), carbonato de cálcio (14,9%) e óxido de zircônio, como radiopacificador (5%). Considerando que o líquido contém cloreto de cálcio e um polímero solúvel em água, para proporcionar fluxo adequado em pó/líquido com baixa proporção.

O autor Malhotra (2015 apud PRADEEP, 2018, p. 5) afirma que o material Biodentine forma uma ligação químico-mecânica com o dente e compósito, o que reforça as finas e frágeis raízes imaturas. No seu curto tempo de ajuste, de 9-12min, é atribuído ao menor tamanho de partícula, à adição de cloreto de cálcio como acelerador e à redução na quantidade de líquido necessária para o ajuste. O cloreto de cálcio melhora sua consistência, tornando sua condensação no canal mais controlada, evitando a necessidade de uma matriz e diminuindo as chances de o material ir além do ápice, tornando-o mais seguro e mais fácil de manusear do que o MTA. Assim, Kokate e Pawar (2012 apud PRADEEP, 2018, p. 5) afirmaram que a insolubilidade na saliva e a capacidade de suportar a pressão de 400gm/mm² em seis minutos após o ajuste a torna ideal para a apicificação de uma única sessão, negando a necessidade de uma segunda consulta para a obturação.

O autor Cantekín e outros, em 2013, realizaram uma pesquisa experimental, na qual avaliaram a resistência de ligação (MB) compósitos à base de metacrilato, compostos à base de silorano (SB) e cimento ionômero de vidro (GIC) para Biodentine e agregado trióxido mineral (MTA). Eles, então, usaram blocos de acrílico (n = 90, 2 mm de altura, 5 mm de diâmetro do orifício central) que foram preparados e, então, preenchidos. Em 45 amostras, orifícios de Biodentine e as outras 45 amostras preenchidas de MTA compuseram o experimento. As amostras de Biodentine e MTA foram divididas aleatoriamente em 3 subgrupos de 15 espécimes cada. O Grupo 1: composto MB (compósitos à base de metacrilato); Grupo 2: composto SB (composto à base de silorano); Grupo 3: GIC (cimento de ionômero de vidro). Foram, também, realizados testes de resistência de união ao cisalhamento (SBS), cada bloco foi fixado

em uma máquina de teste universal. Sendo assim, os resultados obtidos foram de que os maiores valores de resistência de união (17,7 / 6,2 Mpa) e os menores (5,8 / 3,2 Mpa) foram registrados para o compósito MB – Biodentine e o GIC – MTA, respectivamente. Porém o compósito MB apresentou maior resistência à Biodentine (17,7 / 6,2) do que ao MTA (8,9 / 5,7). Assim, o GIC e Biodentine = 6,7 / 2,6) mostraram desempenho de força de união semelhante com MTA comparado com Biodentine ($p = 0,73$ e $p = 0,38$, respectivamente). Dessa forma, os autores descreveram que diversos novos materiais de cobertura baseados em silicato de cálcio foram desenvolvidos recentemente em resposta à crescente demanda para superar as desvantagens do MTA. No caso, a Biodentine (Septodont, Saint Maur des Fosses, França), o novo cimento dental à base de silicato de cálcio de alta pureza, foi projetado como um substituto da dentina para restaurações de resina composta, capeamento de polpa e material de reparo endodôntico. Biodentine contém silicato de tricálcio, carbonato de cálcio (filler), óxido de zircônio (radiopacificador) e um líquido à base de água composto de cloreto de cálcio como agente redutor de água para tempos de ajuste iniciais e finais mais curtos, pois também acelera a taxa de desenvolvimento de força. No entanto, a Biodentine tem melhorado a capacidade de vedação, maior resistência à compressão, menor tempo de endurecimento (10 minutos), maior biocompatibilidade, bioatividade e propriedades de biomineralização do que o MTA. Desta maneira, os autores concluíram que dentro das limitações deste estudo realizado, o novo capeamento pulpar e reparo endodôntico à base de silicato de tricálcio mostraram escores clinicamente aceitáveis e de maior aderência ao cisalhamento em comparação ao MTA, quando usado com o compósito MB. No entanto, o composto SB e GIC ligados a Biodentine e MTA mostram uma força relativamente baixa.

A autora Nuñez e parceiros, em 2018, realizou um estudo para avaliar a composição química e radiopacidade de novos cimentos à base de silicato de cálcio. Nesse estudo, foram utilizados os cimentos Biodentine (Septodont, Saint- Maur – des Fossés, França) e TheraCal (Bisco Inc., Illinois, EUA). Dycal (Dentsply, Connecticut, EUA) e GC Fuji IX Capsule (GC America INC., Illinois, EUA), usados como referência. Os métodos, então, foram realizados descritos pelo ISO 9917: 1 e 9917: 2 no qual realizaram testes de radiopacidade com os cimentos à base de água. Então, os materiais odontológicos foram misturados seguindo as instruções do fabricante e colocados em moldes medindo 1mm de espessura e 10mm de diâmetro. Os

espécimes foram cobertos com lâminas de vidro e montadas com uma braçadeira para garantir a espessura correta. Foram pegos cinco espécimes de cada material e colocados diretamente em uma placa de fósforo fotoestimulável (PSP, 48 X 54 mm, FireCR Dental, 3DISC Corp., Daejeon, Coréia) adjacente a uma etapa de alumínio (99% pura) com degrau de 1 a 1. As radiografias foram utilizadas com aparelho de raios – X, modelo Myray RXAC (Imolia, Itália), a uma voltagem de tubo de 70 Kv corrente de 8 mA, tempo de exposição de 0,4s e distância do filme-alvo de 40cm. Um dispositivo impresso tridimensional (3D) personalizado foi usado para garantir a padronização da distância focal e da angulação do raio central. No referido estudo, relataram que as alterações na composição dos novos cimentos à base de silicato de cálcio incluem alterações no radiopacificador incorporado. O óxido de silicato de cálcio inclui alterações no radiopacificador incorporado. O óxido de bismuto é adicionado ao MTA em uma proporção de 1:4 (% em peso). No entanto, vários estudos mostraram que o óxido de bismuto afeta negativamente sua biocompatibilidade e propriedades físicas. Já, a Biodentine utiliza o óxido de zircônio como um radiopacificador (Septodont, 2014). Os resultados, então, obtidos na análise foram que, através da análise composicional, os principais elementos (< 10% em peso) de Biodentine são oxigênio, carbono e cálcio; seus componentes elementares de menores (1-10% em peso) são silício, zircônio e cloro. Os elementos constituintes apresentam uma distribuição homogênea, exceto o zircônio, que é observado como acumulações. Já o cimento TheraCal é composto, principalmente, de carbono e oxigênio, silício, cálcio, estrôncio, bário e alumínio como componentes de menor importância. Os elementos constituintes exigem uma distribuição homogênea. Assim, então, os autores concluíram que a Biodentine contém óxido de zircônio como elemento radiopacificante e possui valores de radiopacidade mais elevados do que o TheraCal, que contém bário e estrôncio como radiopacificadores.

4.2 MODO DE PREPARO DA BIODENTINE

A autora Hergemoller, em 2016, relatou em seu projeto de conclusão de curso que o manuseio e preparo do material Biodentine ocorre através da incorporação de cinco gotas do líquido da pipeta ao pó contido na cápsula. Na sequência, esta capsula deverá ser colocada num agitador (do tipo amalgamador) por trinta segundos. A consistência final do produto assemelha-se ao cimento de hidróxido de cálcio e seu

endurecimento ocorre em curto espaço de tempo. A grande vantagem deste material está no seu tempo de presa mais reduzido, em torno de 30 minutos, quando comparado ao MTA.

4.3 PROPRIEDADES BIOLÓGICAS

A autora Torres e outros, em 2017, realizaram uma pesquisa experimental com objetivo de avaliar a absorção de solubilidade e porosidade com fluidos de cimentos à base de silicato de cálcio. Nesse estudo, usaram como avaliação da solubilidade, após a imersão em água destilada por 7 e 30 dias. A porosidade foi avaliada usando microscópio invertido digital, digitalização, microscópio de elétron e microtomografia computadorizada (micro CT). Para o teste de absorção de fluidos, espécimes foram imersos em solução salina do Hank, equilibrada (HBSS) para 1, 7, 14 e 28 dias. A absorção de líquidos, a solubilidade e a porosidade dos materiais foram medidas após cada período. Assim, os autores obtiveram resultados entre 7 a 30 dias, a Biodentine mostrou maior solubilidade ($p < 0,05$). Os autores também concluíram que a Biodentine teve maior solubilidade (quando solubilidade significa que a substância tem capacidade de se diluir em uma outra substância) no teste convencional, em relação ao MTA.

O autor Araújo e equipe, em 2016, realizaram uma pesquisa experimental com o objetivo de avaliar os efeitos do MTA (agregado trióxido mineral), Biodentine e o Hidróxido de Cálcio, na viabilidade, proliferação, migração e diferenciação de células-tronco de dentes decíduos esfoliados humanos. Nesse estudo foram cultivados durante 1 a 7 dias em meio, condicionado por incubação com MTA, Biodentine e Hidróxido de cálcio (1mg/ml), testados quanto à viabilidade (ensaio MTT) e proliferação (ensaio SRB). Também foram analisadas a migração do SHED (dentes decíduos esfoliados humanos), carente de soro para o meio condicionado em placas de acompanhamento, com membranas do tamanho de poros de 8µm por 24hs. Assim, em um meio de cultura regular com 10% de FBS (sem condicionamento) e meio de cultura suplementado com 20% de FBS foi usado como controle. Os resultados obtidos desse experimento foram que, o efeito de diferentes agentes na viabilidade celular, os SHED (dentes decíduos esfoliados humanos) foram estimulados com meio condicionado CH (Hidróxido de Cálcio) (grupo CH), MTA (grupo MTA) ou BD (Biodentine) (grupo BD), por sete dias e submetidos ao ensaio MTT. As viabilidades

do SHED (dentes decíduos esfoliados humanos) tratadas com qualquer um dos três meios condicionados foram semelhantes após 1, 3 e 5 dias de tratamento ($p < 0,05$) e inferiores às do controle positivo após 3, 5 e 7 dias ($p < 0,05$). Após os 7 dias de tratamento, a viabilidade das células do grupo MTA foi semelhante à do grupo CH ($p > 0,05$), porém maior que a do controle negativo do grupo BD ($p < 0,05$). Os autores concluíram, então, que os três materiais de cobertura, Biodentine, MTA e Hidróxido de Cálcio, mantiveram a viabilidade e estimularam proliferação, migração e diferenciação fenotípica (fenotípica significa toda característica que pode ser qualificada ou quantificada, é um fenótipo). São exemplos de fenótipos, tamanhos, cores, texturas, comportamentos, mobilidade relativa de macromoléculas e número de descendentes produzidos. (PERUQUETTI, 2019), semelhante ao odontogênico no SHED (dentes decíduos esfoliados humanos), o que indica que esses materiais são adequados para o tratamento de pulpotomias de dentes decíduos, onde os SHED (dentes decíduos esfoliados humanos) são fontes autógenas (próprio tecido para o tratamento) de terapia de polpa vital.

Uma equipe de estudos liderada por Agrafioti, em 2016, realizou uma pesquisa experimental com objetivo de avaliar e comparar os efeitos citotóxicos de Biodentine e MTA sobre células-tronco na polpa dental (DPSCs) e para avaliar a viabilidade celular e aderência após a exposição do material para um ambiente ácido. O estudo utilizou DPSCs cultivado sozinho ou em contato com qualquer um: Biodentine e MTA definido para 1 hora; ou MTA definido por 24 horas. Depois de 4 a 7 dias, a viabilidade celular foi medida usando o ensaio MTT (Brometo de Metiltiazolildifenil-tetrazol). Biodentine e MTA também foram preparados e embalados em discos de dentina bovina padronizada e divididos em três grupos de acordo com a média de armazenamento ($n = 6/\text{grupo}$): recém misturados os materiais sem meio de armazenamento (grupo A); materiais armazenados em solução salina (grupo B); materiais armazenados em ácido cítrico tamponado em pH 5,4 (grupo C). Depois de 24 horas, DPSCs foram introduzidos nos poços e aderência de célula, viabilidade e morfologia celular foram observados através de microscopia confocal (para aumentar o contraste da imagem microscópica e construir imagens tridimensionais através da utilização de um orifício de abertura), após três dias de cultura. A viabilidade celular foi analisada utilizando o teste de análise de variância de medidas repetidas com testes post hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$). Os autores introduziram materiais em procedimentos, tais como terapias de polpa vital, terapias regenerativas endodônticas

ou reparos de perfuração, principalmente devendo possuir biocompatibilidade. MTA é comumente usado em tais procedimentos, uma vez que é considerado altamente biocompatível. Biodentine, um material à base de silicato do cálcio novo, demonstrou a biocompatibilidade, quando testado em várias linhagens celulares com melhor manuseio de propriedades e uma configuração menor de tempo quando comparado com MTA. No entanto, evidência limitada está disponível sobre a Biodentine que teve interações com células-tronco polpa dental. Os resultados obtidos, então, segundo os autores, foram claros demonstrando que a Biodentine expressa significativamente maior viabilidade celular em comparação a todos os outros grupos, após 4 dias e sem diferenças após 7 dias. Notavelmente, a viabilidade celular foi significativamente maior, no conjunto de 24 horas, que MTA em comparação com grupos de controle e MTA no conjunto de 1 hora, após 7 dias. A exposição de material para um ambiente ácido mostrou um aumento na aderência de célula e viabilidade em ambos os grupos. Os autores, assim, concluíram que a Biodentine demonstrou uma proliferação de célula significativamente mais rápida em comparação aos grupos controle e MTA. Além disso, o MTA de 24 horas permitiu uma maior viabilidade celular em comparação com o MTA de 1 hora, após 7 dias. Ambos MTA conjunto 1 hora e 24 horas foram, inicialmente, mais citotóxicos comparados com Biodentine, no entanto, não havia diferenças significativas no ponto de tempo de 7 dias. A exposição de MTA e Biodentine a um ambiente ácido mostrou que um aumento no número de DPSCs (células-tronco na polpa dental) adere a sua superfície.

4.4 PROPRIEDADES FÍSICAS

A autora Cechella e parceiros de estudo, em 2015, realizaram uma pesquisa experimental com objetivo de analisar a influência do tempo de exposição à solução salina tamponada com fosfato sobre a resistência de união da Biodentine a dentina. Foram utilizados, na pesquisa, 40 dentes humanos extraídos, unirradiculares, em que as coroas foram removidas e o terço médio da raiz foram seccionados transversalmente. Em cada secção, o espaço do canal foi ampliado. As secções foram emersas ao EDTA à 17%, durante 3 minutos e seguidos de hipoclorito de sódio a 1% , em seguida lavados. As cavidades do canal foram preenchidas com Biodentine. Após o preenchimento, as secções radiculares foram divididas em dois grupos: Grupo 1, exposição ao sedimento de algodão úmido e o Grupo 2, foi emerso em 15ml de

solução salina tamponada de fosfato. As secções das raízes foram armazenadas a 37%, por 30 minutos, 1, 3 e 28 dias. A solução tamponada com fosfato foi substituída a cada 5 dias. Após os períodos experimentais, secções aleatórias foram submetidas ao teste *pusch-out* e ao teste de tração. Os resultados obtidos foram a força de união significante maior no grupo 1, com exceções do período de 1 dia. Ambos os grupos apresentam aumentam de força de adesão (Biodentine a dentina) de 30 minutos, por 3 dias. Os autores concluíram que a exposição de Biodentine a solução salina tamponada com fosfato levou os valores mais baixos de adesão à dentina. Em geral, a adesão aumentou gradativamente até 3 dias e reduziu aos 28 dias.

Aksel, em 2018, realizou uma pesquisa experimental com o objetivo de investigar as alterações superficiais de cimentos à base de silicato de cálcio após exposição a diferentes ambientes. Foram utilizados 24 dentes caninos da maxila de humanos e removidos, as metades da raiz foram obtidas seccionando as raízes longitudinais. Usaram um dispositivo de polimento, (Mecapol P230, Presi, Contamine sur Arve, França). Discos abrasivos de 600 e 1.000 grãos (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) foram usados para polir a superfície dos blocos. Irrigação foram realizadas durante 3 minutos com hipoclorito de sódio a 2,5 % (NaOCl), seguindo por 1 minuto de ácido etilenodiaminotetracético a 17% (EDTA) para remover qualquer resíduo na cavidade. As metades dentais foram atribuídas ao grupo MTA ou ao grupo Biodentine (n=24). Para preparar os materiais, 1g de pó de White ProRoot MTA (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi misturado com 0,34g de líquido em uma placa de vidro por 30 segundos, e Biodentine (Septodont, Saint Maur des Fausses, França) foi preparado derramando cinco gotas de líquido na cápsula de pó e misturando por 30 segundos, em um triturador. As superfícies dos materiais foram endireitadas da superfície dos espécimes com um bisturi. O mesmo operador preparou e colocou os materiais para evitar discrepâncias entre os operadores. Após a colocação, os espécimes nos grupos MTA ou Biodentine foram distribuídas em cada subgrupos de acordo com a condição experimental (n=6): seca, úmida (solução salina tamponada com fosfato: PBS; Biochrom, Berlim, Alemanha, pH 7,4); ácida (PBS, pH 5,0) ou sangue. Os espécimes foram colocados em 24 cavidades com os respectivos meios ambientais e os poços foram colocados em incubadora com 100% de umidade a 37%, por 28 dias, foram atualizadas três vezes por semana. O autor e seus parceiros de pesquisa concluíram que as condições ambientais testadas tiveram diferentes efeitos na superfície do ProRoot MTA e Biodentine. O armazenamento em condições secas, úmidas e

sanguíneas teve efeito dependentes do tempo, na rugosidade da superfície e nas mudanças dimensionais verticais dos materiais. No entanto, a rugosidade e o nível superficial dos materiais não foram afetados pelo armazenamento em condições ácidas. Os autores, após concluírem sua pesquisa experimental, afirmam que a rugosidade de ambos os materiais diminui após 28 dias em condições secas, o que pode estar relacionados à perda de hidratação ao longo do tempo. Ambos os materiais aumentaram a rugosidade da superfície e se expandiram em condições úmidas ao longo do tempo, o que pode melhorar o desempenho clínico dos materiais quando usados em ambientes úmidos. Assim, a rugosidade é positiva para o material.

A autora Nuñez e outros, em 2016, avaliaram - em estudos - o preparo de nanocompósitos de cimentos baseados a incorporação de nanopartículas de vidro bioativo (nBGs), Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fosses Cedex, França) e, para avaliar suas propriedades bioativas. Os métodos utilizados e materiais foram o nBGs (nanopartículas de vidro bioativos) sintetizadas pelo método sol-gel. Nanocompósitos de BD (Biodentine) foram preparados com 1 e nBGs 2% em peso, em vitro. A capacidade dos materiais para induzir a formação de apatita foi avaliada em SBF (não foi possível identificar o significado no artigo) por difração de raios X, assim, atenuado reflectância total com espectroscopia infravermelha de Fourier transform (ATR – FTIR) e microscopia eletrônica (MEV), com análise de raios-x (EDX) energia dispersiva. Também foram aplicados NBG/BD e BD aos discos de dentina durante sete dias. A morfologia e a composição elementar da interface dentina-cimento foram analisadas usando SEM-EDX. Os autores, então, tiveram como resultados 1 e 2% nBG/BD compósitos acelerando a formação de apatita na superfície do disco após imersão a curto prazo em SBF. A apatita foi detectada no nanocompósitos a nBG/BD, depois de três dias, em comparação com sete dias para BD não modificado. Sem formação de apatita, foi detectada na superfície de GIC (BD e GC Fuji IX não modificados). Já nBG/BD formaram uma área mais ampla interfacial com dentina do BD, mostram bloqueio dos túbulos da dentina e incorporação de Si, sugerindo, assim, a precipitação intratubular. Segundo os autores, a bioatividade melhorada exibida pelos nanocompósitos pode ser atribuída diretamente à incorporação de nBGs a matriz de Biodentine. O BG é um material bioativo conhecido por sua capacidade de formar uma camada de apatita na sua superfície através de dissolução mediada por solução de vidro. Portanto, os resultados desses estudos também mostram que, quando nBG foi incorporada em BD e imerso em SBF, foi

expressa a capacidade bioativo das nanopartículas. A dissolução da rede de silicato BG em componentes iônicos foi uma solução supersaturada, originando a nucleação de uma camada de fosfato de cálcio amorfo que é transformada em apatita. A bioatividade da BG foi também confirmada em estudos *in vivo* e *in vitro*, demonstrando a formação de uma camada de apatita óssea, como na superfície do corpo vivo e ligação ao osso através desta camada. Os autores, portanto, concluíram que a incorporação de nBGs/BD melhora *in vitro* bioativas, em propriedades do BD, acelerando a formação de uma camada de apatita cristalino na sua superfície após um curto período de imersão em SBF e realça extremamente a formação de uma rica camada interfacial mineral quando em contato com a dentina.

Segundo a autora Torres e equipe, em 2016, realizaram uma pesquisa experimental com o objetivo de avaliar a solubilidade, estabilidade dimensional, capacidade de enchimento e alteração volumétrica de materiais obturadores do terço apical da raiz, usando testes convencionais e os novos baseados em Micro – CT (Microcomputed tomográfica). Foram avaliados, então, usando modelos de resina com cavidades profunda de 3mm e 1mm de diâmetro. As cavidades foram preenchidas com materiais para avaliar a capacidade de enchimento e, após preenchimento, verificadas pelo Micro-CT. Depois de 7 e 30 dias imergidos em água destilada, as cavidades preenchidas foram verificadas novamente para avaliar a alteração volumétrica. MTA Angelus (MTA), Biodentine (BIO) e cimento de óxido de zinco eugenol (ZOE) foram avaliados. Dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey com nível de significância de 5%. Os resultados obtidos em 7 dias foram demonstrativos claros de que a Biodentine mostrou maior solubilidade e, em 30 dias, mostrou a maior mudança aferida em comparação com MTA ($p < 0,05$). No que diz respeito à alteração volumétrica, os materiais testados foram semelhantes ($p > 0,05$), em 7 dias. Em 30 dias, eles apresentaram solubilidade similar. A Biodentine e MTA mostraram maior estabilidade dimensional que a ZOE (cimento de oxido de eugenol) ($p < 0,05$). ZOE e BIO mostraram maior capacidade de enchimento ($p < 0,05$). Cimentos endodônticos e materiais de obturação da raiz devem ter estabilidade dimensional para evitar a fuga de microrganismos e seus produtos tóxicos. De acordo com ANSI/ADA padrão nº 57 e especificações ISSO 6876, é avaliada em alteração dimensional linear de medição (mm) de espécimes padronizadas antes e depois da imersão em água destilada por 30 dias. A principal limitação deste teste é que a mudança dimensional é baseada em uma medição linear e os materiais podem

contrair ou expandir em todas as direções. No estudo mencionado, o Micro-CT é uma importante ferramenta que pode ser usada para analisar as propriedades físico-químicas dos cimentos endodônticos, devido a sua característica não destrutiva. Micro-CT pode ser usado para avaliar a capacidade de obturação e alterações volumétricas, complementando os testes convencionais para materiais endodônticos. A pesquisa mostrou que o MTA tem sido relatado para promover um adequado selamento apical, enquanto a Biodentine tem uma consistência melhor para manipulação, possivelmente contribuindo para o melhor preenchimento de propriedades observadas neste estudo realizado. Os autores avaliaram a integridade marginal de restaurações usando Biodentine e relacionados e a pequena expansão do material e o tamanho reduzido das partículas de cimento de silicato de cálcio podem contribuir para sua maior capacidade de obturação. Os autores, pois, concluíram que o cimento de óxido de zinco eugenol apresentou maior alteração dimensional e Biodentine, maior solubilidade após 7 dias. A Biodentine apresentou capacidade de obturação, mas mudança volumétrica maior que o MTA após 30 dias.

4.5 VANTAGEM DA BIODENTINE

O autor Pradeep (2018) e outros autores relataram que um caso sobre o manejo de um dente imaturo com necrose pulpar e patologia periapical é um grande desafio endodôntico. Sendo assim, as opções de tratamento compreendem o procedimento convencional de apicificação com e sem barreiras apicais. Foi, então, que surgiu o uso de uma barreira apical em ápices abertos que ganhou popularidade nos últimos anos. O artigo citado também relata que a tendência recente é formar uma ponte dentinária frágil como uma barreira apical artificial, impedindo bactérias tóxicas nos tecidos periapicais do canal. Dessa forma, comparados os materiais para formação desta barreira e relataram sobre o MTA (agregado de trióxido mineral), Hidróxido de Cálcio e a Biodentine. A Biodentine é um novo material à base de silicato de cálcio, recentemente introduzido como substituto da dentina, aplicável sempre que a dentina radicular original é danificada. A Biodentine é um substituto dentinário bioativo recentemente introduzido (2011) baseado na “Active Biosilicate Technology”. É biocompatível, possui propriedades mecânicas semelhantes às da dentina e possui boa capacidade de vedação nas superfícies dentinárias. Segundo os autores, a Biodentine, nesse caso, foi escolhida para apicificação devido às suas propriedades

físicas superiores, incluindo tempo de endurecimento curto, solubilidade e características de fácil manuseio. Concluíram, então, que a apicificação de sessão única com materiais biocompatíveis, como a Biodentine, pode ser considerada uma opção de tratamento eficaz para os dentes que apresentam ápices abertos. Muitas das desvantagens de hidróxido de cálcio e MTA foram superadas pelo uso de Biodentine, que é acompanhado por resultados superiores. Sendo assim, este material tem grande potencial no manejo de um dente com ápice aberto, particularmente em sua capacidade de atingir mineralização.

Kayahan (2013 apud HERGEMOLLER, 2016, p. 28) relatou que a Biodentine é um material com capacidade de suportar forças de mastigação, pois resiste às forças de compressão, sendo uma propriedade muito favorável do material, o que resulta em aumento da estabilidade dimensional. Dentre as propriedades da Biodentine está o potencial de selamento desse material. Isso ocorre pela capacidade dos materiais à base de silicato de cálcio formarem cristais de hidroxiapatita na sua superfície. Esses cristais têm a capacidade de aumentar a vedação, especialmente na interface entre o material das paredes dentinárias e a polpa exposta, através da formação da barreira dentinária. Os autores concluíram que o material Biodentine tem sido uma ótima escolha para os tratamentos conservadores em endodontia e algumas aplicações clínicas como a dentística e a odontopediatria.

4.6 DESVANTAGENS DA BIODENTINE

Pereira e outros, em 2016, realizaram uma revisão de literatura sobre diferentes formas de tratamento em casos de dentes traumatizados com rizogênese incompleta e necessidade de tratamento endodôntico por necrose pulpar, indicando as vantagens, desvantagens e limitações. Nesse caso, a apicificação consiste em estimular a formação de uma barreira calcificada no ápice de um dente com necrose pulpar e que não completou a formação radicular. O $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pode estar associado a diferentes veículos, o que altera sua solubilidade, viscosidade da suspensão, aumenta sua dissociação. O uso de veículos viscosos pode prolongar a ação do $\text{Ca}(\text{OH})_2$, diminuindo a necessidade de renovações durante o tratamento. Nesse estudo, os autores relataram, também, sobre o uso de MTA e Biodentine na barreira apical. O MTA tem vantagens sobre o $\text{Ca}(\text{OH})_2$, quando utilizado em procedimentos de apicificação, como a redução do número de visitas para completar o tratamento,

formando uma barreira apical mais previsível e diminuindo a necessidade de seguimento prolongado do paciente. A desvantagem dessa técnica, como ocorre com o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ é que apenas a abertura apical é coberta e o desenvolvimento da raiz não é estimulado. É importante notar que, independentemente da técnica utilizada, um passo crítico no tratamento de dentes despolpados com ápice aberto é conseguir uma limpeza e desinfecção adequadas do canal radicular. Apesar da efetividade do MTA como barreira física, nos casos de apicificação, esse material apresenta algumas desvantagens, como longo tempo de endurecimento, alto custo, dificuldade no manejo clínico e propriedades antibacterianas pouco claras. Para superar esses problemas, um novo biomaterial foi lançado, chamado Biodentine, composto de silicato de tricálcio, carbonato de cálcio e dióxido de zircônio, além de uma porção líquida contendo cloreto de cálcio, contando com propriedades mecânicas semelhantes à dentina. Esse material tem um tempo de ajuste de cerca de 12 minutos e uma boa capacidade de vedação. Outros estudos, então, mostraram que a Biodentine pode ser uma alternativa efetiva ao MTA na formação da barreira apical nos casos de apicificação. Embora o sucesso na apicificação possa ser alcançado usando a renovação da CIM (medicação intracondutiva), o MTA apical ou o tampão de Biodentine, esses tratamentos não promovem a continuação do desenvolvimento radicular, deixando as paredes dentinárias finas e propensas a fraturas, o que se considera uma desvantagem na aplicação desses materiais na terapia de dentes imaturos.

A autora Santos, em 2018, realizou, junto a outros, uma revisão sistemática com o objetivo de avaliar os materiais alternativos à pasta tripla antibiótica convencional (TAP – metronidazol, ciprofloxacina e minociclina) e agregado trióxido mineral cinza (GMTA) que poderiam evitar a descoloração dentária em dentes submetidos ao procedimento endodôntico regenerativo (REP). Os materiais, então usados pelos autores foram apenas estudados em humanos (relatos de casos, séries de casos, ensaios clínicos,) foram incluídos na revisão. Assim, de 1.122 estudos potencialmente elegíveis, 83 foram selecionados para análise de texto completo, e 38 foram incluídos nesse mesmo estudo. Foram, então, um total de 189 dentes submetidos ao REP e destes 189, somente 54% dos dentes, apresentaram algum grau de descoloração. Nesse caso, os materiais usados como alternativos ao TAP, ao GMTA, como pasta de dupla de antibiótico ou pastas de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e agregado de trióxido mineral branco ou Biodentine, que reduz a ocorrência de descoloração

dentária. No estudo, segundo os autores, apenas um usou a Biodentine, como plug cervical e, como resultado, todos os dentes tratados apresentaram descoloração mínima. Nesses casos, a alteração de cor provavelmente pode ser atribuída à interação bioquímica entre Biodentine e fibrina rica em plaquetas (PRF) misturada ao coágulo sanguíneo, uma vez que a Biodentine apresenta óxido de zircônio como radiopacificador em vez de óxido de bismuto. A Biodentine foi recentemente desenvolvida partindo de material à base de silicato tricálcico, que apresenta alta biocompatibilidade e resistência mecânica. Recentemente, para evitar o efeito negativo dos materiais à base de cimento Portland na cor do dente, a AAE (Associação Americana de Endodontista) recomenda o uso de cimento de ionômero de vidro no selamento cervical, especialmente para os dentes anteriores, em que a estética assume um papel importante. Assim, os autores concluíram que deve ser importante destacar que os relatos de descoloração dentária foram encontrados predominantemente nos casos tratados com TAP e GMTA. Embora a grande quantidade de estudos encontrados na pesquisa inicial, muitos estudos não preencheram os critérios de inclusão desta revisão. Portanto, os presentes resultados devem ser interpretados com cautela. Como o principal resultado avaliado nos estudos incluídos foi a sobrevivência dos dentes, a cor dentária pode ter sido subestimada, sendo relatada apenas nos casos em que uma grande mudança de cor foi notada. Além disso, o efeito solitário dos diferentes materiais envolvidos no REP na descoloração dentária é uma tarefa muito difícil, uma vez que a medicação intracanal e o selamento cervical são aplicados sequencialmente, e ambos têm potencial para induzir a alteração da cor do dente. A conclusão de ensaios clínicos randomizados avaliando a cor do dente em cada fase da endodontia regenerativa é altamente recomendada para entender melhor o papel de cada material na descoloração dentária.

5 DISCUSSÃO

A Biodentine foi lançada comercialmente em 2009 como um substituto de dentina. Ela é um composto de silicato tricálcio (80,1%), carbonato de cálcio (14,9%) e óxido de zircônio, como radiopacificador (5%). Considerando, também, que o líquido contém cloreto de cálcio e um polímero solúvel em água para proporcionar fluxo adequado em pó/líquido com baixa proporção (MALKONDU et al, 2014).

Os materiais de obturação apical, baseados em silicato de tricálcio, possuem resistência semelhante à cavidade retrógrada. Assim, embora todos os três cimentos (MTA Angelus e ProRoot MTA e Biodentine) tenham exibido resistência semelhante no estudo, o modo de falha da Biodentine era diferente com uma maior incidência de fracasso coeso ao teste. Isso sugere que a Biodentine pode ser usado como uma alternativa ao MTA por causa de sua estabilidade melhorada no local do preenchimento apical (MARQUES et al, 2017).

Um material obturador deve apresentar as seguintes propriedades: biocompatibilidade com os tecidos periapicais, citotoxicidade baixa e solubilidade, selamento marginal adequado, resistência de união à dentina e Bioatividade. Sendo assim, o material mais indicado, por diversos os autores, com todas essas propriedades é o novo material que está no mercado, Biodentine (BERNABÉ, 2005; ARAÚJO et al, 2016; HERGEMOLLER et al, 2016).

No entanto, o material Biodentine forma uma ligação químico-mecânica com o dente e compósitos, fazendo com que as raízes imaturas fiquem com mais resistências. Isto se deve ao cloreto de cálcio, pois melhora sua consistência, tornando sua condensação no canal mais controlada, evitando a necessidade de uma matriz e diminui as chances de que o material vá além do ápice da raiz. Esse material que, por sua vez, torna-se mais eficaz e fácil no manuseio que o MTA, ainda possui grande capacidade de apicificação de uma única sessão, negando, a necessidade de uma segunda consulta para tal procedimento obturador (MALHOTRA et al, 2015).

A Biodentine tem melhor capacidade de vedação e, possui maior resistência à compressão, com menor tempo de endurecimento (cerca de 10 minutos) e maior biocompatibilidade, bioatividade e propriedades de biomineralização, quando comparada ao MTA (CANTEKIN et al, 2013).

Todavia, foi relatado que uma grande vantagem deste material está no seu tempo de presa mais reduzido, em torno de 30 minutos, quando comparado ao MTA (HERGEMOLLER, 2016)

Também, a radiopacidade é importante para exames radiográficos, sendo a Biodentine mais indicado para o procedimento, pois apresenta como radiopacificador na sua composição química, óxido de zircônio (NUÑEZ et al, 2018).

Foi observado que a Biodentine mostrou maior solubilidade de absorção de fluidos, quando comparam com os materiais MTA Angelus e cimento de óxido de zinco eugenol (TORRES et al, 2017).

Após, pesquisa com MTA (agregado trióxido mineral), Biodentine e o Hidróxido de Cálcio, na viabilidade, proliferação, migração e diferenciação de células-tronco de dentes decíduos esfoliados humanos. Afirma-se que esses materiais são adequados para o tratamento de pulpotomias de dentes decíduos, quando os SHED são fontes autógenas de terapia de polpa vital (ARAÚJO et al, 2016).

Constata-se que a Biodentine, devido a sua capacidade de suportar forças de mastigação e sua estabilidade dimensional, tem sido uma ótima escolha para os tratamentos conservadores em endodontia e algumas aplicações clínicas como a dentística e a odontopediatria (HERGEMOLLER et al, 2016).

Importante destacar que a Biodentine é recomendada na terapia de polpa viva, terapia pulpar regenerativa, perfurações e reparos endodônticos, devido a sua alta biocompatibilidade, viabilidade celular e baixa citotoxicidade (AGRAFIOTI et al, 2016).

Todavia, a pesquisa experimental, com a exposição a solução salina tamponada com fosfato sobre a resistência de união da Biodentine a dentina, levou os valores mais baixos de adesão a dentina. Em geral, a adesão da Biodentine aumenta gradativamente até 3 dias e reduziu nos 28 dias (CECHELLA et al, 2015).

Também se afirma que os materiais testados aumentaram a rugosidade da superfície e se expandiram em condições úmidas ao longo do tempo, o que pode melhorar o desempenho clínico dos materiais, quando usados em ambientes úmidos. Assim, a rugosidade é positiva para a Biodentine (AKSEL et al, 2018).

A incorporação de nanopartículas de vidro bioativas melhora as propriedades da Biodentine, acelerando a formação de uma camada de apatita cristalino na sua superfície, quando em contato com a dentina e ocorrendo precipitação intratubular de minerais (NUÑEZ et al, 2016).

Nos estudos, observaram que o cimento de óxido de zinco eugenol apresentou maior alteração dimensional e, Biodentine maior solubilidade e capacidade de obturação, porém mudança volumétrica maior que o MTA após 30 dias (TORRES et al, 2016).

Em relação ao manejo de um dente imaturo com necrose pulpar e patologia periapical, foi concluído que a apicificação de sessão única com a Biodentine pode ser considerada uma opção de tratamento eficaz para os dentes que apresentam ápices abertos (PRADEEP et al, 2018).

Porém, embora o sucesso na apicificação possa ser alcançado usando o tampão de Biodentine, esses tratamentos não promovem a continuação do desenvolvimento radicular, deixando as paredes dentinárias finas e propensas a fraturas, que ocorre semelhante ao uso do MTA (PEREIRA et al, 2016).

Afirma-se a ocorrência de perda de coloração em dentes submetidos ao procedimento endodôntico regenerativo (REP) indiferente ao material usado. Torna-se importante destacar que mais estudos são necessários para entender melhor o papel de cada material utilizado durante a REP, na descoloração dentária (SANTOS et al, 2018).

Desta maneira, confirma-se as propriedades da Biodentine, através da ação específica de cada componente químico de sua formulação, o que indica cientificamente as suas diversas indicações expostas em vários estudos e, suas qualidades superiores aos materiais similares testados em pesquisas apresentadas nesta revisão de literatura.

6 CONCLUSÃO

Com base na revisão de literatura, pode-se concluir que:

- A Biodentine demonstra ser indicada nas terapias endodônticas, em especial na apicificação, e, comprova-se a sua aplicação na dentística e odontopediatria;
- A Biodentine apresenta capacidade de vedação, resistência à compressão, biocompatibilidade, bioatividade, baixa citotoxicidade e propriedades de biomineralização;
- A Biodentine mostra resultados superiores ao MTA nos estudos apresentados.

REFERÊNCIAS

- AGRAFIOTI, Anastasia et al. Interaction of dental pulp stem cells with Biodentine and MTA after exposure to different environments. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 24, n. 5, p. 481-486, Oct. 2016.
- AKSEL, Hacer et al. Surface and vertical dimensional changes of mineral trioxide aggregate and biodentine in different environmental conditions. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 27, e20180093, 2019.
- ARAUJO, Leandro Borges et al. Effects of mineral trioxide aggregate, BiodentineTM and calcium hydroxide on viability, proliferation, migration and differentiation of stem cells from human exfoliated deciduous teeth. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 26, e20160629, 2018.
- CANTEKIN, Kenan; AVCI, Serap. Evaluation of shear bond strength of two resin-based composites and glass ionomer cement to pure tricalcium silicate-based cement (Biodentine®). **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 22, n. 4, p. 302-306, Aug. 2014.
- CECHELLA, Bruna Casagrande et al. Influence of phosphate buffered saline on the bond strength of endodontic cement to dentin. **Braz. J. Oral Sci.**, Piracicaba, v. 14, n. 2, p. 126-129, jun. 2015.
- HAN, L.; OKIJI, T. Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. *Int Endod J* 2013;46:808-814. In: NUNEZ, Camila et al. Enhanced bioactive properties of BiodentineTM modified with bioactive glass nanoparticles. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 25, n. 2, p. 177-185, Apr. 2017.
- HERGEMÖLLER J. G. **Avanços de proteção pulpar direta, do curso de Odontologia de Santa Cruz do Sul – Santa Cruz do Sul** [Trabalho de Conclusão]. Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul, Curso de Odontologia; 2016. 29f.
- LAURENT, P.; et al. Induction of specific cell responses to a Ca(3)SiO(5)-based posterior restorative material. *Dent Mater* 2008;24:1486-1494. In: CECHELLA, Bruna Casagrande et al. Influence of phosphate buffered saline on the bond strength of endodontic cement to dentin. **Braz. J. Oral Sci.**, Piracicaba, v. 14, n. 2, p. 126-129, jun. 2015.
- MALKONDU, Ö.; KARAPINAR, Kazandağ. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *BioMed Res Int.* 2014;2014:160951. In: STEFANELI MARQUES, Jorge Henrique et al. Push-out bond strength of different tricalcium silicate-based filling materials to root dentin. **Braz. oral res.**, São Paulo, v. 32, e18, 2018.
- MARTIN, R. L, MONTICELLI, F. et al. Sealing properties of mineral trioxide aggregate orthograde apical plugs and root fillings in an *in vitro* apexification model. *J Endod.* 2007;33(3):272-5. In: NUÑEZ, Camila Corral et al. Enhanced bioactive

properties of Biodentine™ modified with bioactive glass nanoparticles. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 25, n. 2, p. 177-185, Apr. 2017.

NUÑEZ, Camila Corral et al. Radiopacity and Chemical Assessment of New Commercial Calcium Silicate-Based Cements. **Int. J. Odontostomat.**, Temuco, v. 12, n. 3, p. 262-268, sept. 2018.

_____. Enhanced bioactive properties of Biodentine™ modified with bioactive glass nanoparticles. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 25, n. 2, p. 177-185, Apr. 2017.

PRADEEP, K; MOHATA, P; BUTULA, R. V. Biodentine: novel endodontic material for single step apexification: A case report. **S. Afr. dent. j.**, Johannesburg, v. 73, n. 7, p. 452-455, Aug. 2018.

PEREIRA, Andrea Cardoso et al. Alternativas clínicas para el tratamiento de dientes traumatizados con rizogénesis incompleta: una visión actualizada. **Rev. Estomatol. Herediana**, Lima, v. 26, n. 4, p. 271-280, oct. 2016.

PERUQUETTI, R. C.; **Genética básica - Variação fenotípica: Introdução.** Em: Genética básica. Disponível em <http://www.ufac.br/ccbn/genetica>

RAJASEKHARAN, S. et al. Biodentine tm material characteristics and clinical applications: a review of the literature. *Eur Arch Pediatr Dent.* 2014; 15: 147-58. In: CECHELLA, Bruna Casagrande et al. Influence of phosphate buffered saline on the bond strength of endodontic cement to dentin. **Braz. J. Oral Sci.**, Piracicaba, v. 14, n. 2, p. 126-129, jun. 2015.

SANTOS, Luciane Geanini Pena dos et al. Alternative to Avoid Tooth Discoloration after Regenerative Endodontic Procedure: A Systematic Review. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v. 29, n. 5, p. 409-418, Sept. 2018.

SHAYEGAN, A. et al. Biodentine used as a pulp-capping agent in primary pig teeth. *Pediatric Dentistry*, v. 34, n. 7, p. 202–208, 2012. In: HERGEMÖLLER J. G. **Avanços de proteção pulpar direta, do curso de Odontologia de Santa Cruz do Sul – Santa Cruz do Sul** [Trabalho de Conclusão]. Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul, Curso de Odontologia; 2016. 29f.

SILVA, G. F, et al. Microparticulated and nanoparticulated zirconium oxide added to calcium silicate cement: evaluation of physicochemical and biological properties. *J Biomed Mater Res A.* 2014 Feb 4. doi: 10.1002/jbm.a.35099. In: FONSECA, Tiago Silva da. **Resposta tecidual induzida por Biodentine™ e MTA Branco em subcutâneo de ratos.** Araraquara: [s.n.], 2014. 93 f.; 30 cm.

STEFANELI MARQUES, Jorge Henrique et al. Push-out bond strength of different tricalcium silicate-based filling materials to root dentin. **Braz. oral res.**, São Paulo, v. 32, e18, 2018.

TORRES, Fernanda Ferrari Esteves et al. Solubility, porosity and fluid uptake of calcium silicate-based cements. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 26, e20170465, 2018.

_____. Evaluation of physicochemical properties of root-end filling materials using conventional and Micro-CT tests. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 25, n. 4, p. 374-380, Aug. 2017.

WATSON, T. F, et al. Present and future of glass-ionomers and calcium-silicate cements as bioactive materials in dentistry: biophotonics-based interfacial analyses in health and disease. *Dent Mater.* 2014;30(1):50-61. In: NUÑEZ, Camila Corral et al. Enhanced bioactive properties of Biodentine™ modified with bioactive glass nanoparticles. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 25, n. 2, p. 177-185, Apr. 2017.