



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE FARMÁCIA, ODONTOLOGIA E ENFERMAGEM
CURSO DE ODONTOLOGIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO GELISON DA SILVA

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O MTA E O BIODENTINE® EM
SELAMENTO DE PERFURAÇÃO APICAL: UMA REVISÃO DE
LITERATURA.**

FORTALEZA-CE

2020

FRANCISCO GELISON DA SILVA

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O MTA E O BIODENTINE® EM
SELAMENTO DE PERFURAÇÃO APICAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem (FFOE) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Emmanuel Arraes de Alencar Júnior.

FORTALEZA-CE

2020

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S58a Silva, Francisco Gelison da.
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O MTA E O BIODENTINE® EM
SELAMENTO DE PERFURAÇÃO APICAL UMA: REVISÃO DE LITERATURA : Revisão de literatura /
Francisco Gelison da Silva. – 2020.
31 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Farmácia,
Odontologia e Enfermagem, Curso de Odontologia, Fortaleza, 2020.
Orientação: Prof. Dr. Emmanuel Arraes de Alencar Júnior.
1. MTA. 2. Perfuração. 3. Selamento. 4. Biodentine. I. Título.

CDD 617.6

FRANCISCO GELISON DA SILVA

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O MTA E O BIODENTINE® EM
SELAMENTO DE PERFURAÇÃO APICAL UMA: REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Odontologia.

Área de concentração:

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Emmanuel Arraes de Alencar Júnior. (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Ana Cristina de Mello Fiallos

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. João Hildo de Carvalho Furtado Junior

Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pois sem ele nada teria sido possível.

Aos meus familiares minha mãe Terezinha Francisca, meu irmão Daniel da Silva e a minha avó Maria Noemia por todo apoio e suporte que eles me deram na construção dessa pessoa que sou hoje.

Também gostaria de agradecer aos meus colegas de faculdade que conviveram comigo durante esses 5 anos onde muitos se tornaram meus verdadeiros irmãos que vou leva-los pelo resto de minha vida e aos meus amigos de Cascavel que também contribuíram nesse momento.

Não poderia faltar as pessoas que fizeram grande diferença na minha vida e contribuíram de todas as formas com esse sonho as quais eu serei eternamente grato e sempre que eu voltar no passado e lembrar onde eu cheguei irei sempre lembrar deles como os grande incentivadores dos meus sonhos que são as minha queridas amigas e professoras Marília Silva de Lima, Jacqueline Silva de Lima, Margareth Silva de Lima e Marta Silva de Lima juntos com seus outros familiares que contribuíram com esse sonho e em especial a minha querida amiga Maria das Graças Silva de Lima (*In Memoriam*) que lá de cima sabe o quanto eu serei grato durante toda a minha vida a tudo e que dedico esse momento a eles e a minha família.

Quero agradecer também ao Prof. Emmanuel Arraes de Alencar Jr. por ter aceito ser meu orientador e pelo ser que ele é que ilumina e cativa as pessoas ao redor dele agradeço pela experiência de ter sido voluntario na disciplina de escultura dental que foi de extrema importância na minha vida acadêmica.

Agradecer a minha banca Profa. Ana Cristina de Mello Fiallos e João Hildo de Carvalho Furtado Jr. Professores que tenho enorme admiração e que nesse momento tão especial estão presentes.

E ela uma das pessoas mais batalhadoras em busca dos seus sonhos que conheci e tiver a honra de ser dupla Silvânia Patrícia a quem tenho enorme admiração pela força e determinação e com quem aprendi muito.

Não poderia de deixar de agradecer a UFC por ter fornecido toda a estrutura e ter contribuído em minha formação e todos os professores do curso de odontologia por todo o conhecimento passado que me acompanhará pelo resto da minha vida.

Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.

Charles Chaplin

RESUMO

O tratamento odontológico visa à manutenção dentária, isso se torna possível devido a grandes avanços em todas as áreas da Odontologia moderna e pela maior eficiência dos tratamentos endodônticos. O presente estudo, de revisão de literatura, consiste de trinta e um trabalhos científicos comparando os dois principais materiais de reparo das perfurações endodôntica presentes no mercado de produtos odontológicos. como é o caso dos tradicionais produtos à base de cálcio, o MTA (Agregado de Trióxido Mineral) e o novo Biodentine®. Esses materiais são excelentes no reparo de perfuração, com propriedades bastante semelhantes entre os dois, mas com algumas diferenças técnicas entre eles. Sendo elas: o custo, propriedade de descoloração dos dentes, estabilidade dimensional e facilidade de manipulação. Mesmo com algumas diferenças de resistência e de estabilidades de cor entre os materiais. Vários estudos apontam que não há diferenças significativas entre aos materiais estudados, ficando a critério dos profissionais responsável a escolha entre qual material usar em cada caso de perfuração visto que os dois apresentam excelente capacidade de reparação e selamento dos espaços biológicos de perfurações endodônticas.

Palavras-chaves: MTA, Perfuração, Selamento, Biodentine.

ABSTRACT

Dental treatment aims at dental maintenance, this is made possible due to great advances in all areas of modern Dentistry and the greater efficiency of endodontic treatments. The present study, of literature review, consists of thirty-one scientific works comparing the two main repair materials for endodontic perforations present in the dental products market. as is the case with traditional calcium-based products, MTA and the new Biodentine®. These materials are excellent at drilling repair, with very similar properties between the two, but with some technical differences between them. They are: cost, tooth discoloration property, dimensional stability and ease of handling. Even with some differences in strength and color stability between materials. Several studies point out that there are no significant differences between the studied materials, leaving the choice of which material to use in each drilling case at the discretion of the responsible professionals, since both have excellent capacity for repairing and sealing the biological spaces of endodontic perforations.

Keywords: MTA, Perforation, Sealing, Biodentine.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Solubilidade do MTA e Biodentine ® após 1, 7 e 21 dias.

Figura 2: Teste de resistência de união (Mpa).

Figura 3: - Composição dos materiais testados.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GPA – Gigapascal

Mpa – Megapascal

MTA - Agregado de Trióxido Mineral

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
OBJETIVOS	13
METODOLOGIA	14
REVISÃO	15
• Estabilidade dimensional e resistência mecânica	15
• Infiltração bacteriana e solubilidade	18
• Outras propriedades	22
1. Estabilidade de cor	22
2. Biocompatibilidade	23
3. Resposta Biológica	23
DISCURSÃO	25
CONCLUSÃO	28
REFERENCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

Um dos objetivos do tratamento odontológico é a manutenção do dente e a endodontia é uma das especialidades que colabora nesse processo cuidando do tecido ricamente vascularizado que é a polpa, uma vez comprometida a polpa o dente deve ser tratado endodonticamente (SIQUEIRA *et al.*, 2012).

Visto que as perfurações que ocorrem durante a realização de tratamentos endodônticos são comunicações entre o espaço endodôntico e o espaço periodontal. Podem ser iatrogênicas causadas por instrumentos manuais ou rotatórios como limas endodônticas e brocas ou provocadas por reabsorções externas, internas, cárie e traumas (LOPES; SIQUEIRA JR., 2013)

São manifestações clínicas de uma perfuração: dor imediata à ação dos instrumentos, sangramento súbito e intenso e sensação de perda de contato do instrumento endodôntico nas paredes dentinárias (MELO *et al.*, 2011). O diagnóstico se houve ou não perfuração pode ser confirmada pelo exame radiográfico. Também é de grande valia para a localização da perfuração o preenchimento total do canal radicular com pasta de hidróxido de cálcio contendo contraste com veículo viscoso (iodofórmio ou carbonato de bismuto e glicerina) (LOPES; SIQUEIRA JR., 2015).

Atualmente o mercado conta com algumas opções de matérias disponíveis. Historicamente o óxido de zinco, superEBA, amálgama de prata, cavit, ionômero de vidro, e hidróxido de cálcio foram utilizados para selar perfurações radiculares com diferentes resultados (LEE SJ *et al.*, 1993)

O prognóstico da perfuração depende da eliminação da infecção bacteriana do local e do material utilizado para o selamento, o qual deve ter biocompatibilidade com os tecidos e ser dimensionalmente estável (FUSS *et al.*, 1996).

Foi desenvolvido na década de 90 nos Estados Unidos. (MTA – Mineral Trioxide Aggregate). Este surgiu devido à ausência de um material que tivesse as características necessárias para fazer face às exigências da área endodôntica. O material de reparação endodôntico ideal deveria aderir à estrutura dentária, ter capacidade seladora, ser de fácil manipulação, insolúvel nos fluidos tecidulares, dimensionalmente estável, não reabsorvível, radiopaco e ser biocompatível ou mesmo bioativo (ROBERTS *et al.*, (2008); TANG *et al.*, (2010).

O MTA promove regeneração tecidual implicando na formação de osso no local cirúrgico e formação cementária sobre a ressecção radicular e sobre o material obturador (REGAN 2002). No entanto, ele também possui algumas desvantagens como o longo tempo de presa e o alto custo (BORTOLUZZI, 2005). Por esse motivo é interessante haver outros produtos que apresentem as mesmas vantagens do MTA.

O Biodentine® (Septodont, Sair Maur de Fossés, France) é um cimento de silicato tricálcico que vem sendo utilizado desde 2009. O produto é indicado pelo fabricante para revestimento pulpar, selamento de perfurações e reabsorções, apicificação, obturações retrógradas e como material restaurador. Biodentine® é baseado em um policarboxilato modificado e pertence à mesma classe do MTA, mas com aparentes vantagens químicas, mecânicas e de manuseio (REIS, MAGDA de SOUSA *et al.*, 2015)

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral: Analise comparativa entre o MTA e o Biodentine®.

2.2. Objetivo Específico: Determinar qual o melhor tratamento para perfurações endodônticas visando o melhor desempenho do material através de testes de compressão, cisalhamento e infiltração para uso clínico.

3. METODOLOGIA

O presente estudo consiste em uma revisão de literatura realizada através de pesquisa nas bases de dados Pubmed, Scielo, Science-hud e Google acadêmico. Foram selecionadas publicações ocorridas entre os anos de 2010 e 2020, escritas na língua portuguesa ou inglesa, utilizando os descritores “Biodentine”, “MTA root perforation”, “comparison Biodentine and MTA”, e “root perforation”, totalizando 53 artigos encontrados. Após uma análise de títulos e resumos, foram incluídos na revisão os trabalhos que mostravam o uso dos materiais em perfurações apicais, seja em casos clínicos ou em estudos laboratoriais e a sua relevância no que diz respeito a aplicação clínica. Foram excluídos os trabalhos que não tinham o propósito selador pós perfuração endodôntica e como materiais de proteção pulpar. As publicações selecionadas através desta pesquisa consistiram em vinte e nove artigos, uma tese de doutorado e uma capítulo de livro.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Estabilidade dimensional e resistência mecânica:

O Biodentine ® foi desenvolvido especialmente para ser usado como material substituto da dentina que possuísse alta resistência à compressão, excelente estabilidade da cor e ótima capacidade de resistir às forças mastigatórias.

Khan *et al.*, (2018), em estudos concluíram que o Biodentine ® preserva a integridade marginal devido principalmente à formação de cristais de hidroxiapatita na superfície do material, essa deposição de cristais reduz o risco de microinfiltração. Outro ponto levantado no estudo foi o quanto o condicionamento ácido interfere nas propriedades do material, concluindo que o condicionamento ácido não afetou significativamente essas propriedades. O Biodentine ® possui uma alta resistência de união às paredes dentinárias, isso garante a interface dente/material uma vedação hermética para impedir a microinfiltração e o deslocamento do material do local de reparo. Em teste de comparação nas primeiras 24 horas a força de resistência do MTA foi menor que a do Biodentine ® Além disso, observou-se que a contaminação do sangue afetava a resistência de união do MTA Plus.

O Biodentine ® possui alta resistência à compressão de 220 MPa e módulo de elasticidade de 22 GPa, que é muito semelhante à própria dentina. A do MTA era menor que o Biodentine® em 24 horas. Além disso, a força de flexão do MTA contaminado com sangue foi ligeiramente menor que o MTA não contaminado (HEREDIA, A. *et al.*, 2016).

Akbulut MB *et al.*, (2012) Realizou um estudo em que dentina da parte média da raiz de dentes caninos foram horizontalmente seccionados em fatias de 1 mm de espessura. O espaço do canal de cada fatia de dentina foi ampliado para 1,4 mm de diâmetro. As amostras foram divididas em 5 grupos e os seguintes materiais foram colocados, respectivamente: Biodentine ®, ProRoot MTA, amálgama e material restaurador intermediário (IRM). As amostras foram embrulhadas em gaze molhada por 10 minutos e divididas em 3 subgrupos para serem imersas em hipoclorito de sódio de 3,5%, gluconato de clorexidina de 2%, ou soro fisiológico por 30 minutos. Não foi realizada irrigação nos controles, e foi colocada uma pelota de algodão molhado sobre

cada material de teste. Após a incubação por 48 horas, a resistência ao desalojamento das amostras foi medida por meio de uma máquina de teste universal. As amostras foram examinadas sob um microscópio para determinar a natureza das falhas da ligação.

De acordo com o estudo o Biodentine® mostrou uma resistência de união significativamente maior que o MTA quando usado como material de reparo de perfuração radicular. Além disso, o Biodentine® mostra melhor intertravamento com a dentina em comparação com o MTA devido ao seu menor tamanho de partícula por possuir na composição componentes uniformes. (AKBULUT MB *et al.*, 2012).

Alzraikat *et al.*, (2016), em estudo com o objetivo de comparar as resistências à tração e à compressão diametral e solubilidade do Biodentine® e do ProRoot (MTA). Dividiu os materiais em amostras cilíndricas para realização dos testes de resistência à tração compressiva e diametral. Depois disso, as amostras foram imersas em água destilada por 24 horas ou 21 dias a 37°C antes do teste figura 1. A solubilidade foi determinada pela preparação de discos de cada material e, em seguida, armazenada em 50 ml de água destilada a 37 ° C por 1, 7 e 21 dias. A solubilidade das amostras foi medida como a diferença entre o peso inicial e o peso no final de cada período de armazenamento. Os resultados foram analisados por ANOVA de uma via, teste t de Student e teste posthoc de Tukey HSD (P<0,05).

Figura 1- Solubilidade do MTA e Biodentine® após 1, 7 e 21 dias.

Período de armazenamento	Biodentina			MTA		
	CS (MPa)	DTS (MPa)	Solubilidade (g)	CS (MPa)	DTS (MPa)	Solubilidade (g)
1 dia	95,1 ± 10,6	7,9 ± 1,9	0,0348 ± 0,007	40,9 ± 10,2	4,4 ± 0,7	0,0199 ± 0,006
7 dias	_____	_____	0,0322 ± 0,007	_____	_____	0,0057 ± 0,007
21 dias	56,1 ± 20,4	5,0 ± 1,1	0,0208 ± 0,005	49,8 ± 13,2	6,2 ± 1,6	-0,0101 ± 0,006

Fonte: ALZRAIKAT *et al.*, (2016).

Foram aceitas para resistências à tração compressivas e diametraais após 21 dias. A resistência à compressão do Biodentine® foi maior que o ProRoot MTA, com diferença estatisticamente significante após o período de armazenamento de 1 dia. A resistência aprimorada do Biodentine® pode ser atribuída à sua baixa relação água/cimento. O fabricante de Biodentine® relata que a resistência à compressão do biodentine® tem a capacidade de continuar melhorando com o tempo atingindo um valor de 300 MPa após um mês, semelhante à dentina natural que possui valores de resistência à compressão que variam de 275 a 300 MPa. No entanto, esses valores estão bem acima

dos valores encontrados neste estudo e em estudos anteriores que variaram de 45 a 95 MPa em períodos de armazenamento que começam de 24 horas a 28 dias (ALZRAIKAT *et al.*, 2016).

O Biodentine ® mostrou a maior resistência à compressão após 28 dias de armazenamento em água foi de (67,15 MPa) em comparação com o protótipo de cimento de óxido de zircônio, MTA e IRM, enquanto no presente estudo, a resistência à compressão de Biodentine ® após 21 dias foi de 56,1 MPa. Dawood *et al.*, (2014) relataram maior resistência à compressão de Biodentine ® (78,5 MPa) em comparação com MTA (46,4 MPa) após 1 dia. A maior resistência do Biodentine ® foi atribuída à sua baixa relação água/pó necessária para uma boa trabalhabilidade do cimento. Assim, isso foi conseguido incorporando um polímero hidrossolúvel no componente líquido do cimento além de adicionar um policarboxilato solúvel em água ao pó do cimento.

A resistência à tração diametral de Biodentine ® e MTA mostrou tendências semelhantes aos valores de resistência à compressão com uma diminuição na resistência à tração diametral de Biodentine após 21 dias em comparação com um aumento significativo na resistência à tração diametral de MTA. A resistência à tração diametral do MTA foi de 4,4 MPa após 24 horas de armazenamento em água destilada (ALZRAIKAT *et al.*, 2016, DAWOOD *et al.*, 2014).

Mohammed *et al.*, (2017), falam que o teste de push-out é um teste para medir a resistência ao cisalhamento interfacial desenvolvida entre diferentes superfícies. Ele fornece informações sobre a propriedade adesiva do material testado, além de ajudar a entender a resistência do material testado ao deslocamento, é assim que o material pode se ligar à estrutura do dente. Quanto maior o valor da força de tração, maior é a adesão entre o material testado e a superfície do dente. Na endodontia, a resistência da união ao empuxo é realizada para materiais de preenchimento final da raiz, reparo de perfuração, obturação e selador de canal radicular, para estudar sua resistência ao deslocamento.

Os resultados do teste de resistência de união da figura 2 (Média ± DP) para ambos os grupos medidos em mega Pascal (MPa). Verificou-se que o MTA (ENDOCEM Zr) registrou maior valor médio da força de união ($4,795 \pm 1,84$ MPa) do que o Biodentine ® TM ($3,444 \pm 1,30$ MPa). A diferença entre os dois grupos seladores foi estatisticamente não significativa, conforme indicado pelo teste t de estudante ($t = 0,89$, $p = 0,4096 > 0,05$).

Figura 2- Teste de resistência de união (Mpa).

Variável		Significar	SD	Mínimo	Máximo
Empurre para fora a ligação	MTA (ENDOCEM Zr)	4,759	1,84	1,09	6,695
	Biodentina™	3,444	1,30	2,00	5,158
teste t	valor t	0,89			
	Valor p	0,4096 ns			

* ; significativo ($p < 0,05$)ns; não significativo ($p > 0,05$)Fonte: MOHAMMED *et al.*, (2017)

Kaur *et al.*, (2017) realizando testes de força compressiva durante o tempo de presa do Biodentine ®, a resistência à compressão aumenta 100 MPa na primeira hora e 200 MPa a 24 ° hora e continua a melhorando com o tempo por vários dias até atingir 300 MPa após um mês, o que é comparável à resistência à compressão da dentina natural, ou seja, 297 MPa. Um estudo realizado por Grech L *et al.*, 2013. Mostrou que o Biodentine ® apresentou maior resistência à compressão quando comparado a outros materiais testados devido à baixa relação água/cimento usada no Biodentine ®.

A resistência à flexão de qualquer material dentário é um fator importante, pois diminui o risco de fratura no uso clínico. A resistência à flexão do MTA era de 14,27 MPa quando as amostras foram expostas a umidade nos dois lados após 24 ° horas. No entanto, a força de flexão do Biodentine ® registrada após duas horas foi de 34 Mpa obtendo um valor mais significativo em menos tempo (GRECH L *et al.*, 2012; KAUR *et al.*, 2017; MOHAMMED *et al.*, 2017).

4.2 Infiltração bacteriana e solubilidade.

Francis *et al.*, (2019), em estudo com 65 molares divididos em 3 grupos demonstraram que, durante os primeiros 5 dias, todos os 3 grupos apresentaram igual quantidade de infiltração bacteriana, após o que a infiltração observada foi maior no grupo 1 (MTA-Angelus). Até o final de 50 ° dia, 65% (13/20) das amostras do grupo 1 (MTA-Angelus) apresentaram vazamento bacteriano que começou entre 1° e 28 ° dia. Da mesma forma, 45% (9/20) das amostras do grupo 2 (Biodentine ®) apresentaram vazamento bacteriano que começou entre 2° e 32° dia. Considerando que 50% (10/20) das amostras do grupo 3 (cimento CEM) apresentaram vazamentos bacterianos que começaram entre 3° e 27 ° dia.

No presente estudo, embora o MTA-Angelus tenha mostrado vazamento bacteriano relativamente maior quando comparado ao cimento Biodentine[®] e CEM, estatisticamente não há diferença significativa na capacidade de vedação desses materiais quando empregados para o reparo de uma grande perfuração de furca.

É relatado que o MTA exibe propriedades de vedação favoráveis devido à atividade cimentogênica, pois libera íons de cálcio que interagem com grupos fosfato no fluido do tecido circundante para formar hidroxiapatita em sua superfície.

O Biodentine[®] é recomendado como material de reparo de perfuração, pois possui boa resistência mecânica é biocompatível e bioativo. Possui melhores propriedades de manipulação e menor tempo de configuração em comparação com o MTA. Neste estudo, embora não houvesse diferença estatística, o Biodentine[®] apresentou concentrações bacterianas relativamente menores. Também é capaz de difusão intertubular e formação de etiquetas minerais de produtos de hidratação, levando à formação de zona híbrida com dentina (AJAS *et al.*, 2018; ATMEH *et al.*, 2012; FRANCIS *et al.*, 2019; MALKONDU 2014).

Alzraikat (2016) avaliando a resistência à compressão diametral e a força de tração do Biodentine (Septodont, Saint Maur des Fosse, França) e ProRoot MTA (ProRoot MTA, Dentsply Tulsa, Tulsa), foram avaliados após 1 e 21 dias de armazenamento. Além disso, a solubilidade de ambos os materiais em água destilada também foi avaliada após 1, 7 e 21 dias.

No presente estudo, o Biodentine[®] foi significativamente mais solúvel que o MTA em água destilada, com uma diminuição na solubilidade de ambos os materiais após 21 dias. A diferença no grau de solubilidade entre os dois materiais pode ser atribuída a uma diferença na composição. A solubilidade relatada em 24 horas do Biodentine[®] foi significativamente maior que a MTA (0,0347g, 2,91% vs. 0,0199g, 1,75%, respectivamente).

Figura 3- Composição dos materiais testados.

	Composição	Fabricante
Biodentina	<p>Pó: silicato tri-cálcio, silicato di-cálcio, carbonato e óxido de cálcio, óxido de ferro, óxido de zircônio.</p> <hr/> <p>Líquido: cloreto de cálcio, polímero hidrossolúvel</p> <hr/> <p>Número do lote: B06420</p>	<p>Septodont, Saint Maur des Fosse, França</p>
ProRoot MTA	<p>Pó: cimento Portland, óxido de bismuto, gesso, sílica.</p> <hr/> <p>Líquido: água destilada estéril</p> <hr/> <p>Número do lote: 12002493</p>	<p>Dentsply Tulsa, Tulsa, OK</p>

Fonte: ALZRAIKAT., 2016

Além disso, maior solubilidade do Biodentine[®] foi correlacionada com seu maior Ca + 2, em comparação com o MTA. Isso foi atribuído a um maior conteúdo de produtos liberadores de cálcio encontrados no Biodentine[®] figura 3.

Os valores relatados de solubilidade do MTA foram expressos como pesos da amostra, não mostrando alterações significativas nos pesos das amostras ao longo dos períodos de armazenamento. No presente estudo, os dois materiais testados mostraram uma solubilidade decrescente com o tempo com o ganho de peso das amostras de MTA após 21 dias de armazenamento em água destilada. Estudos anteriores relataram que o MTA contém valores mais altos de porosidade aberta e aparente em comparação com o Biodentine[®], o que pode explicar seu ganho de água após 21 dias no presente estudo (ALZRAIKAT (2016)).

Katge, Shivasharan e Patil (2016). Quando comparado ao MTA Plus, o Biodentine[®] apresentava características físicas e químicas quase semelhantes. A consistência do Biodentine[®] foi melhor que o MTA Plus para uso clínico. O Biodentine[®] tinha melhores propriedades de manipulação do que o MTA Plus. O tempo

de presa do Biodentine® foi menor quando comparado ao MTA Plus e, portanto, houve menos chances de contaminação bacteriana.

O vazamento de corante do Biodentine ® foi menor quando comparado ao MTA Plus, mas não foi estatisticamente significativo. Portanto, a capacidade de vedação do MTA Plus é comparável ao Biodentine ® no reparo de furca. Assim, tanto o MTA Plus como o Biodentine ® podem ser utilizados para reparar eficientemente as perfurações furca em molares. Estudos de acompanhamento a longo prazo deverão ser conduzidos para determinar o uso desses materiais no manejo de perfurações furca.

Mohammed *et al.*, (2017) Biodentine ® é muito semelhante ao MTA na composição básica. Os fabricantes afirmam que a adição de aceleradores de ajuste e amaciadores, uma nova formulação de cápsula pré-dosada para uso em um dispositivo de mistura, melhora predominantemente as propriedades físicas do material, tornando-o mais fácil de usar. O Biodentine ® não requer obturação em duas etapas, pois o ajuste é mais rápido e, portanto, apresenta menor risco de contaminação bacteriana, tornando-o superior ao MTA.

O presente estudo mostrou que o Biodentine® registrou valor médio ($0,951433 \pm 0,38$ mm), enquanto o MTA (ENDOCER Zr) ($0,946229 \pm 0,29$ mm), esse resultado mostrou diferença insignificante que discorda de outro estudo que apresentou o Biodentine ® ($0,149 \pm 0,097$). menores valores de microinfiltração em comparação ao MTA ($0,583 \pm 0,24$), esses diferentes achados podem ser atribuídos a diferentes técnicas e metodologias usado para avaliar a microinfiltração e o tipo de material dentário (dentes decíduos versus dentes permanentes).

A descoberta deste estudo confirma a investigação anterior, que avaliou a capacidade de vedação do MTA Plus e Biodentine ®. Usando o modelo de penetração de corante em molares. Concluiu-se que os dois biomateriais de teste demonstram capacidades semelhantes aos materiais de perfuração de furca.

Embora o MTA (ENDOCER Zr) tenha registrado um valor médio de resistência de união mais alta ($4,759 \pm 1,84$ MPa) do que o Biodentino ® ($3,444 \pm 1,30$ MPa), a diferença entre os dois grupos seladores foi estatisticamente não significativa.

Verificou-se que a microinfiltração do biodentine ® está associado a um pH alto e liberação de íons cálcio e silício, o que estimula a mineralização e cria uma “zona de infiltração mineral” ao longo da interface dentina-cimento, proporcionando uma melhor vedação. Caron G *et al.*, (2014) Descobriram que o Biodentine ® exhibe propriedades de vedação superiores ao MTA. Enquanto Torabinejad M *et al.*, (2010) revisou uma literatura abrangente para investigar estudos sobre o vazamento de MTA e concluiu que o MTA tem boa capacidade de vedação e que sela bem. O Biodentine ® oferece melhor adaptação e vedação do que o material de preenchimento de raiz comumente usados. No entanto há menos microinfiltração com MTA do que com o Biodentine ® quando analisadas pelo método de filtragem de fluidos (CARON G *et al.*, 2014; CHANDRA, 2014; KAUR *et al.*, 2017; TORABINEJAD M *et al.*, 2010).

Katge *et al.*, (2016) compararam a capacidade de selagem do agregado de trióxido mineral (MTA) Plus e Biodentine ® para o reparo de perfuração de furca em molares decíduos usando espectrofotometria. A microinfiltração foi verificada usando o método de extração de corantes. O vazamento de corante de Biodentine ® foi menor quando comparado ao MTA Plus, mas não foi estatisticamente significativa. Portanto, a capacidade de vedação do MTA Plus é comparável à Biodentine ® no reparo de furca. Assim, tanto MTA Plus como Biodentine ® podem ser usados para reparar eficientemente as perfurações na furca .

4.3 Outras propriedades

- Estabilidade de cor

A aplicação do MTA na presença de sangue, aumenta o seu potencial descolorante pela absorção do grupo Heme da hemoglobina, e pela ação natural redutora do ion ferro que se torna férrico e possui uma cor acastanhada, o que pode resultar num aumento da descoloração do dente (AMENEIRO., 2018)

A estabilidade de cor que o Biodentine ® apresenta, possibilita a sua utilização em zonas esteticamente sensíveis.

-Biocompatibilidade

Biodentine ® Sua biocompatibilidade é atribuída à deposição de cristais de hidroxiapatita na superfície do material quando este está em contato direto com fluidos teciduais (KHAN *et al.*, 2018).

O Biodentine® aumenta a secreção de TGF-B1, portanto, também é capaz de angiogênese, recrutamento de células progenitoras, diferenciação celular e mineralização (HEREDIA, A. *et al.*, 2016)

Alzraikat, Taha e Salameh (2016) Relatam algumas deficiências nos materiais que dificultam o manuseio e prologam o tempo de endurecimento, o que pode levar a vazamentos e perda de adaptação marginal.

A reação de endurecimento da Biodentine ® envolve a hidratação do silicato tricálcico, que cria precipitados que se assemelham à hidroxiapatita. Além disso, o biodentine ® é biocompatível, não citotóxico e tem a capacidade de induzir a formação de tecido reparador logo após a aplicação.

O MTA tem muitas propriedades indutoras: formação de tecido duro adjacente à polpa, baixa toxicidade, efeito antibacteriano e indução de cogogênese (MOHAMMED *et al.*, 2017).

4.4 Resposta Biológica

As propriedades antibacterianas e antifúngicas do MTA e do Biodentine® podem ser melhor atribuídas ao alto pH desses materiais. Essa alta alcalinidade tem efeito inibitório no crescimento de microrganismos e causa desinfecção da dentina (KAUR *et al.*, 2017).

Hiremath, Kulkarni e Naik (2015) Avaliaram a eficácia antimicrobiana de Biodentine ®, MTA e MTA Plus e descobriram que MTA e o Biodentine ® apresentaram efeitos antimicrobiano significativos contra *E. faecalis*. Considerando que o MTA Plus provou ser um bom significativo contra *E. faecalis*.

Bhavana, Chaitanya, Dola, Gandi, Patil e Reddy (2015) Analisaram as características antibacterianas e antifúngicas do cimento Biodentine ®, MTA e Ionômero de Vidro (CIV) e concluíram que o Biodentine ® apresenta ação antimicrobiana superior ao MTA e CIV.

Silva *et al.*, (2017) Avaliaram a resposta *in vivo* de tecidos perirradiculares após o selamento em perfurações de furca com Biodentine®, agregado de trióxido mineral (MTA), e gutta-percha por meio de análises histopatológica e de imunofluorescência indireta. Trinta dentes de 3 cães foram divididos em 3 grupos: Biodentine (n = 14 dentes), MTA (controle negativo, n = 10 dentes) e gutta-percha (controle positivo, n = 6 dentes). Após o tratamento endodôntico, as perfurações foram feitas no centro da câmara pulpar e preenchidas com os materiais. Após 120 dias, o animal foi morto e os blocos contendo os dentes e os tecidos perirradiculares foram processados histotécnicamente para semiquantitativos histopatológicos (nova formação de tecido mineralizado e reabsorção óssea no local da perfuração) e quantitativos (espessura e área de tecido mineralizado recém formado e número de Células inflamatórias) e ensaio de imunofluorescência RUNX2. O Biodentine ® e o MTA induziram a reparação pela formação de tecido mineralizado selando total ou parcialmente a perfuração de furca em quase todos os casos (92,9% e 88,9%, respectivamente), enquanto que nenhuma formação de tecido mineralizado foi observada no grupo controle positivo (guta -percha).

5. DISCUSSÃO

Biodentine[®] é baseado em silicato tricálcico, além de configurar aceleradores e outros componentes para melhorar a resistência e a manipulação. No outro lado, o MTA tem dificuldades características de tratamento devido à sua textura granulada após mistura; portanto, isso torna difícil compactar e condensar (KHAN *et al.*, 2018).

Ameneiro (2018) As vantagens do MTA como um material reparador são: Permite um bom selamento tridimensional, permite a sua aplicação em meio húmido, o que é útil no tratamento de perfurações dada a existência de sangue, fluidos tecidulares e irrigantes. É um material biocompatível, com propriedades indutoras da mineralização tecidual. Estimula a proliferação celular bem como a sua diferenciação. O seu pH alcalino de 10.2 logo após a espatulação e 12.5 após 2 horas, impede a proliferação microorganismos bacterianos.

Por outro lado o MTA apresenta um longo tempo de presa de 2 horas e 45 minutos após a sua espatulação. A aplicação do MTA na presença de sangue, aumenta o seu potencial descolorante pela absorção do grupo Heme da hemoglobina, e pela ação natural redutora do íon ferro que se torna férrico e possui uma cor acastanhada, o que pode resultar num aumento da descoloração do dente. O manuseio do MTA requer uma grande curva de aprendizagem (GUIMARÃES *et al.*, 2015; PARIROKH e TORABINEJAD., 2010).

O Biodentine[®] é um cimento à base de silicato de cálcio que entrou no mercado em 2009 como um substituto de dentina embora seja utilizado em variados tratamentos como em perfurações. O Biodentine[®] vem apresentado sob a forma de cápsulas que são misturadas utilizando o misturador de amálgama. O Biodentine[®] é maioritariamente composto por silicato tricálcico, silicato dicálcico, carbonato de cálcio e óxido de zircónia que é utilizado como radiopacificador. O líquido é composto por cloreto de cálcio que funciona como um catalisador e por um polímero hidrossolúvel que funciona como um agente redutor de água. O Biodentine[®] tem um tempo de presa inicial de entre 10-15 minutos e final de aproximadamente 45 minutos (CHANG., 2018;

KAUR *et al.*, 2017; MALKONDU, KAZANDAĞ e KAZAZOĞLU 2014; SANGHAVI e SHAH., 2013).

O Biodentine ®, tal como o MTA, é um material biocompatível, com propriedades bioativas, antimicrobianas e antifúngicas, apresenta pouca ou nenhuma toxicidade celular, e estimula o crescimento celular, sendo um material osteoindutor e osteocondutor (KAUR *et al.*, 2017; MALKONDU, KAZANDAĞ e KAZAZOĞLU 2014).

O fato do Biodentine ® vir sob o formato de cápsulas elimina a fase de mistura manual o que pode ser considerado uma vantagem. O Biodentine ® é dito ser mais fácil de manusear o que permite a clínicos com menor experiência obterem resultados mais previsíveis. O curto tempo de presa que o Biodentine ® apresenta é uma das grandes vantagens que possui. A estabilidade de cor que o Biodentine ® apresenta, possibilita a sua utilização em zonas esteticamente sensíveis (KAUR *et al.*, 2017; MALKONDU, KAZANDAĞ e KAZAZOĞLU, 2014).

O Biodentine®, apresenta valores baixos de radiopacidade. Alguns autores dizem ter 3.5 mm de Alumínio (Al), enquanto outros autores dizem ter pouco menos de 3mm de Al, próximo do valor mínimo recomendado para os materiais dentários que é de 2mm de Al, estando próximo do valor da dentina, tornando-o difícil de distinguir das estruturas dentárias quando analisado radiologicamente, sendo difícil de avaliar se o material foi bem colocado no defeito e se está bem adaptado. O fato de o Biodentine ® ser comercializado sob a forma de doses únicas, não permite ao profissional apenas utilizar a quantidade que ele deseja, sendo obrigado por vezes a “desperdiçar” material o que aumenta o custo efetivo do material e por vezes é obrigado a utilizar uma segunda dosagem no caso de uma reparação grande (AMENEIRO 2018).

O MTA possui numerosas propriedades favoráveis, mas também têm algumas grandes desvantagens, como tempo de secagem longo e potencial de descoloração dos dentes (Parirokh, 2010). Para superar tais desvantagens, o Biodentine®, um cimento à base de silicato, tem mostrado várias propriedades favoráveis, como tempo de ajuste

curto, alta resistência mecânica e características superiores de manipulação (HAN, OKIJI, 2013; TRAN *et al.*, 2012).

O MTA quando usado como material de reparação para perfuração possui muitas propriedades favoráveis, incluindo boa capacidade de vedação, biocompatibilidade, sem efeitos adversos sobre os tecidos dentais, atividade bactericidas, radiopacidade, capacidade de selamento na presença de sangue e pode também induzir a osteogênese e cementogênese (SILVA *et al.*, 2012).

Após o endurecimento, o MTA se expande e é essa expansão a responsável pela capacidade de selamento das cavidades. Isso se dá em decorrência de sua pouca solubilidade e, conseqüentemente, a massa obtida não se dilui quando em presença de líquidos teciduais. A umidade presente nos tecidos atua como um ativador da reação química de hidratação deste material (SIQUEIRA E LOPES., 2015).

O agregado de trióxido mineral (MTA) tem sido amplamente utilizado como material de reparo para perfurações de furca e mostrou resultados bem-sucedidos em vários estudos de caso com acompanhamento a longo prazo. O MTA possui numerosas propriedades favoráveis que não só suportam seu uso clínico, mas também têm algumas desvantagens principais, tais como tempo de endurecimento longo e potencial de descoloração dos dentes. Para superar essas desvantagens, a Biodentine®, um cimento à base de silicato, mostrou uma série de propriedades favoráveis, como o curto tempo de endurecimento, a alta resistência mecânica e as características de manuseio superiores. Portanto, a Biodentine® tem sido recomendada para uso em todas as indicações endodônticas para MTA, incluindo o reparo de perfurações endodônticas (NAGAS *et al.*, 2017; KHAN *et al.*, (2018) Biodentine® exibe um desempenho considerável como material de reparo, mesmo após ser exposto a várias soluções de irrigação endodôntica.

6. CONCLUSÃO

O presente trabalho de revisão de literatura mostra que o MTA e o Biodentine® são excelentes materiais de reparo para perfurações endodônticas tanto em termos biológicos quanto físicos mesmo com algumas diferenças de composição, manipulação e algumas diferenças nas propriedades físicas dos materiais, como a resistência e estabilidade dimensional, testes com essas propriedades mostraram desempenho clínico bastante semelhante. Estudos apontam que não há diferenças estatisticamente significativas entre os dois materiais mesmo que o MTA esteja no mercado há bastante tempo diferente do Biodentine® que está a pouco tempo disponível no mercado de produtos odontológicos e com menos estudos disponíveis, assim, cabe aos profissionais responsáveis estudar o caso de perfuração e conhecer o que há disponível no mercado para assim decidir entre os dois qual atende os seus requisitos de tratamento já que há pouca diferença entre o MTA e Biodentine®. Em termos de diferenças mais significativas estão as propriedades estéticas sendo o Biodentine® o mais favorável esteticamente pois ele não altera sua cor diferente do MTA que pode ter alteração de cor se tiver contaminação com sangue, propriedades de manipulação com o Biodentine® apresentando melhores propriedades de manipulação por ter textura mais regular que o MTA e o preço que em valores de mercado o Biodentine® só está disponível em um único fabricante e custa duas vezes mais que o MTA.

REFERÊNCIAS

1. AJAS, Azeez et al. Comparative Evaluation of Sealing Ability of Biodentine and White MTA-Angelus as Furcation Repair Materials: A Dye Extraction Study. **Int J Oral Care Res**, v. 6, p. 54-7, 2018.
2. ALZRAIKAT, Hanan; TAHA, Nessrin A.; SALAMEH, Azzam. A comparison of physical and mechanical properties of Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate. **J Res Med Dent Sci**, v. 4, n. 2, p. 121-126.2016, 2016.
3. ALZRAIKAT, Hanan; TAHA, Nessrin A.; SALAMEH, Azzam. A comparison of physical and mechanical properties of Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate. **J Res**
4. AMENEIRO, André Marques. **Perfurações, uma abordagem endodôntica**. 2018. Tese de Doutorado.
5. ATMEH, A. R. et al. Dentin-cement interfacial interaction: calcium silicates and polyalkenoates. **Journal of dental research**, v. 91, n. 5, p. 454-459, 2012.
6. BORTOLUZZI, Eduardo Antunes. **Avaliação da reação do tecido subcutâneo de ratos à implantação dos cimentos MTA e Portland brancos acrescidos de radiopacificadores**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
7. CARON, Grégory; AZÉRAD, Jean; FAURE, Marie-Odile; MACHTOU, Pierre; BOUCHER, Yves. Use of a new retrograde filling material (Biodentine) for endodontic surgery: two case reports. **International Journal Of Oral Science**, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 250-253, 9 maio 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/ijos.2014.25>.
8. CHANDRA, P.V. Ravi. Comparative Evaluation of Marginal Adaptation of Biodentine™ and Other Commonly Used Root End Filling Materials-An Invitro Study. **Journal Of Clinical And Diagnostic Research**, [S.L.], p. 243-245, 2014. JCDR Research and Publications. <http://dx.doi.org/10.7860/jcdr/2014/7834.4174>.
9. CHANG, Seok Woo. Chemical Composition and Porosity Characteristics of Various Calcium Silicate-Based Endodontic Cements. **Bioinorganic Chemistry And Applications**, [S.L.], v. 2018, p. 1-6, 2018. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2018/2784632>.
10. FRANCIS, Tony et al. Comparison of the sealing ability of MTA-angelus, biodentine and CEM cement in the repair of large furcal perforations-a bacterial leakage study. **J Clin Diagn Res**, v. 13, n. 1, p. 32-5, 2019.
11. FUSS, Zvi; TROPE, Martin. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. **Dental Traumatology**, v. 12, n. 6, p. 255-264, 1996.
12. GRECH, L.; MALLIA, B.; CAMILLERI, J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. **Dental Materials**, v. 29, n. 2, p. e20-e28, 2013.
13. GUIMARÃES, Bruno Martini; TARTARI, Talita; MARCIANO, Marina Angélica; VIVAN, Rodrigo Ricci; MONDELI, Rafael Francisco Lia; CAMILLERI, Josette; DUARTE, Marco Antonio Hungaro. Color Stability, Radiopacity, and Chemical Characteristics of White Mineral Trioxide Aggregate Associated with 2 Different Vehicles in Contact with Blood. **Journal Of Endodontics**, [S.L.], v. 41, n. 6, p. 947-952, jun. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2015.02.008>.

14. HAN, L.; OKIJI, T.. Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. **International Endodontic Journal**, [S.L.], v. 46, n. 9, p. 808-814, 12 fev. 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/iej.12062>.
15. HEREDIA, A. et al. Biodentine as material of choice for furcal perforation repair– A case report. **Ann Prosthodont Restor Dent**, v. 2, n. 2, p. 54-7, 2016.
16. HIREMATH, Geetas; KULKARNI, Raghavendrad; NAIK, Balaramd. Evaluation of minimal inhibitory concentration of two new materials using tube dilution method: an in vitro study. **Journal Of Conservative Dentistry**, [S.L.], v. 18, n. 2, p. 159-162, 2015. Medknow. <http://dx.doi.org/10.4103/0972-0707.153056>.
17. KATGE, Farhin A.; SHIVASHARAN, Pooja Ravindra; PATIL, Devendra. Sealing ability of mineral trioxide aggregate Plus™ and Biodentine™ for repair of furcal perforation in primary molars: An in vitro study. **Contemporary clinical dentistry**, v. 7, n. 4, p. 487, 2016.
18. KATGE, Farhina; SHIVASHARAN, Poojaravindra; PATIL, Devendra. Sealing ability of mineral trioxide aggregate Plus™ and Biodentine™ for repair of furcal perforation in primary molars: an in vitro study. **Contemporary Clinical Dentistry**, [S.L.], v. 7, n. 4, p. 487-492, 2016. Medknow. <http://dx.doi.org/10.4103/0976-237x.194100>.
19. KATGE, Farhina; SHIVASHARAN, Poojaravindra; PATIL, Devendra. Sealing ability of mineral trioxide aggregate Plus™ and Biodentine™ for repair of furcal perforation in primary molars: an in vitro study. **Contemporary Clinical Dentistry**, [S.L.], v. 7, n. 4, p. 487-492, 2016. Medknow. <http://dx.doi.org/10.4103/0976-237x.194100>.
20. KATGE, Farhina; SHIVASHARAN, Poojaravindra; PATIL, Devendra. Sealing ability of mineral trioxide aggregate Plus™ and Biodentine™ for repair of furcal perforation in primary molars: an in vitro study. **Contemporary Clinical Dentistry**, [S.L.], v. 7, n. 4, p. 487-492, 2016. Medknow. <http://dx.doi.org/10.4103/0976-237x.194100>.
21. KAUR, Mandeep. MTA versus Biodentine: review of literature with a comparative analysis. **Journal Of Clinical And Diagnostic Research**, [S.L.], p. 1-5, 2017. JCDR Research and Publications. <http://dx.doi.org/10.7860/jcdr/2017/25840.10374>.
22. KHAN, Saqib Arshad; AZAM, Saima; QURESHI, Beenish. Properties and Applications of Biodentine in Restorative Dentistry and Endodontics: A Review. **Journal of Islamabad Medical & Dental College**, v. 7, n. 2, p. 145- 149, 2018.
23. LEE SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod.* 1993; 19 (11): 541-4.
24. LOPES HP, Siqueira Júnior JF. *Endodontia: biologia e técnica*. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2015
25. LOPES, H.P.; SIQUEIRA Jr, J.F. Acidentes e Complicações em Endodontia. In: *Endodontia: Biologia e Técnica*. 3º Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., Pg.524, 2013
26. MALKONDU, Özlem; KAZANDAĞ, Meriç Karapinar; KAZAZOĞLU, Ender. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. **BioMed research international**, v. 2014, 2014.
27. MALKONDU, Özlem; KAZANDAğ, Meriç Karapinar; KAZAZOğLU, Ender. A Review on Biodentine, a Contemporary Dentine Replacement and Repair Material. **Biomed Research International**, [S.L.], v. 2014, p. 1-10, 2014. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/160951>.

28. MELO PAV, Travassos RMC, Dourado AT, Ferreira GS. Perfuração radicular cervical: relato de um caso clínico. *Rev. Odontol. Univ. Cid. São Paulo*. 2011, n 23, v3): 266- 272
29. MOHAMMED, Manar Abdelfattah et al. EVALUATION OF MTA AND BIODENTINE AS A PRIMARY TEETH FURCATION REPAIR. **Egyptian Dental Journal**, v. 63, n. 2-April (Orthodontics, Pediatric & Preventive Dentistry), p. 1119-1128, 2017.
30. NAGAS, Emre et al. Effect of laser-activated irrigation on the push-out bond strength of ProRoot Mineral Trioxide Aggregate and Biodentine in furcal perforations. **Photomedicine and laser surgery**, v. 35, n. 4, p. 231-235, 2017.
31. PARIROKH, Masoud; TORABINEJAD, Mahmoud. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part III: clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 3, p. 400-413, 2010.
32. REIS, Magda de Sousa et al. Efeito biológico do Biodentine® e do MTA sobre exposição de tecido pulpar e periodontal da furca: estudo em ratos. 2015.
33. ROBERTS, Howard W. et al. Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. **Dental materials**, v. 24, n. 2, p. 149-164, 2008.
34. SANGHAVI, Tulsi; SHAH, Nimisha; SHAH, Ruchi Rani. Comparative Analysis Of Sealing Ability Of Biodentin And Calcium Phosphate Cement Against Mineral Trioxide Aggregate (Mta) As A Furcal Perforation Repair Material (An In Vitro Study). **National journal of integrated research in medicine**, v. 4, n. 3, 2013.
35. SILVA, Emmanuel J.N.L.; ROSA, Tiago P.; HERRERA, Daniel R.; JACINTO, Rogério C.; GOMES, Brenda P.F.A.; ZAIA, Alexandre A.. Evaluation of Cytotoxicity and Physicochemical Properties of Calcium Silicate-based Endodontic Sealer MTA Fillapex. **Journal Of Endodontics**, [S.L.], v. 39, n. 2, p. 274-277, fev. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2012.06.030>.
36. SILVA, Lea Assed Bezerra; PIERONI, Karina Alessandra Michelão Grecca; NELSON-FILHO, Paulo; SILVA, Raquel Assed Bezerra; HERNANDEZ-GATÓN, Patrícia; LUCISANO, Marília Pacífico; PAULA-SILVA, Francisco Wanderley Garcia; QUEIROZ, Alexandra Mussolino de. Furcation Perforation: periradicular tissue response to biodentine as a repair material by histopathologic and indirect immunofluorescence analyses. **Journal Of Endodontics**, [S.L.], v. 43, n. 7, p. 1137-1142, jul. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2017.02.001>.
37. SIQUEIRA JR, José Freitas et al. Princípios biológicos do tratamento endodôntico de dentes com polpa necrosada e lesão perirradicular. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 69, n. 1, p. 08, 2012.
38. SIQUEIRA Jr., J. F.; LOPES, H.P. *Endodontia - Biologia e Técnica - 4ª Ed.* 2015.
39. TANG, Yin; LI, Xiaoting; YIN, Shihai. Outcomes of MTA as root-end filling in endodontic surgery: a systematic review. **Quintessence International**, v. 41, n. 7, 2010.
40. TORABINEJAD, Mahmoud; PARIROKH, Masoud. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part II: leakage and biocompatibility investigations. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 2, p. 190-202, 2010.
41. TRAN, X.V.; GORIN, C.; WILLIG, C.; BAROUKH, B.; PELLAT, B.; DECUP, F.; VITAL, S. Opsahl; CHAUSSAIN, C.; BOUKPESSI, T.. Effect of a Calcium-silicate-based Restorative Cement on Pulp Repair. **Journal Of Dental Research**, [S.L.], v. 91, n. 12, p. 1166-1171, 13 set. 2012. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0022034512460833>.