

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LARISSA DA SILVA PEREIRA

**APICIFICAÇÃO COM MATERIAIS REPARADORES BIOCERÂMICOS: UMA  
REVISÃO DE LITERATURA**

Porto Alegre

2023

LARISSA DA SILVA PEREIRA

**APICIFICAÇÃO COM MATERIAIS REPARADORES BIOCERÂMICOS: UMA  
REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Odontologia da Faculdade Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção de título de Cirurgiã-Dentista.

Orientadora: Profa. Dra. Roberta Kochenborger Scarparo

Porto Alegre

2023

LARISSA DA SILVA PEREIRA

**APICIFICAÇÃO COM MATERIAIS REPARADORES BIOCERÂMICOS: UMA  
REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Odontologia da Faculdade  
Odontologia da Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, como requisito parcial para  
obtenção de título de Cirurgiã-Dentista.

Porto Alegre, 5 de Abril de 2023

---

Roberta Kochenborger Scarparo

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Patrícia Maria Poli Kopper Mora

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Lucas Siqueira Pinheiro

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

### CIP - Catalogação na Publicação

Pereira , Larissa da Silva  
APICIFICAÇÃO COM MATERIAIS REPARADORES  
BIOCERÂMICOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA / Larissa da  
Silva Pereira . -- 2023.  
26 f.  
Orientadora: Roberta Kochenborger Scarparo.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade  
de Odontologia, Curso de Odontologia, Porto Alegre,  
BR-RS, 2023.

1. Materiais biocerâmicos . 2. Apicificação. 3.  
Rizogênese incompleta . I. Scarparo, Roberta  
Kochenborger, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Marilei e Carlos Alberto, pelo incentivo e por não medirem esforços para sempre proporcionar o melhor durante toda a minha trajetória escolar e acadêmica. Obrigada por acreditarem em mim e por me apoiarem durante todos esses anos que não foram fáceis.

À minha irmã Vanessa, por ser minha grande inspiração profissional, comprometida e dedicada em tudo que faz. Obrigada por sempre estar comigo, mesmo que de longe.

Aos meus colegas e amigos pelo companheirismo durante esses últimos anos, compartilhando momentos felizes e de muitos aprendizados.

À minha orientadora Roberta Scarparo, por todos os ensinamentos, ajuda e disponibilidade na construção desse trabalho. E aos demais professores que foram essenciais durante a minha formação.

## RESUMO

Traumatismos dentários e lesões cariosas em dentes com rizogênese incompleta podem resultar em necrose pulpar e, como consequência, na interrupção do desenvolvimento radicular. O objetivo desta revisão de literatura é revisar diferenças nos resultados de técnicas de apicificação com hidróxido de cálcio ou com materiais biocerâmicos e as variações da técnica de apicificação com biocerâmicos reparadores, tais como as espessuras do "plug apical" e técnicas reforço da estrutura dentária. Doze estudos recentes até o ano de 2022 foram selecionados através do banco de dados PUBMED. Os materiais biocerâmicos surgem como uma possibilidade vantajosa pelo menor tempo de tratamento, o que influencia na adesão do paciente. Entretanto ainda apresentam limitações quanto ao alto custo, difícil manipulação do material e possibilidade de manchamento. As diferenças entre espessuras dos "plugs" e materiais biocerâmicos utilizados ainda não foram totalmente esclarecidas pela literatura. A maior parte dos estudos não aponta diferenças a esse respeito. Já o uso de retentores intrarradiculares parecem ser favoráveis à resistência à fratura quando utilizados em associação ao tratamento de apicificação com materiais biocerâmicos em dentes com rizogênese incompleta.

**Palavras-chave:** Materiais biocerâmicos; rizogênese incompleta; hidróxido de cálcio; apicificação; plug apical.

## **ABSTRACT**

Dental trauma and carious lesions in teeth with incomplete rhizogenesis can result in pulp necrosis and, as a consequence, in the interruption of root development. The objective of this literature review is to review differences in the results of apexification techniques with calcium hydroxide or with bioceramic materials and the variations of the apexification technique with restorative bioceramics, such as the thickness of the "apical plug" and techniques to reinforce the tooth structure. Twelve recent studies up to the year 2022 were selected through the PUBMED database. Bioceramic materials emerge as an advantageous possibility due to the shorter treatment time, which influences patient compliance. However, they still have limitations regarding the high cost, difficult handling of the material and the possibility of dental staining. The differences between the thickness of the "plugs" and the bioceramic materials used have not yet been fully clarified in the literature. Most studies do not show differences in this regard. The use of intraradicular retainers seems to be favorable to fracture resistance when used in association with the apexification treatment with bioceramic materials in teeth with incomplete rhizogenesis.

**Keywords:** Bioceramic materials; incomplete rhizogenesis; calcium hydroxide; apexification; apical plug.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
2.1 Objetivos gerais.....	10
2.2 Objetivos específicos .....	10
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
3.1 Materiais biocerâmicos reparadores.....	11
3.2 Comparação da apicificação com hidróxido de cálcio e com materiais biocerâmicos.....	12
3.3 Espessura do "plug" apical e outras técnicas para reforço da estrutura dentária.....	14
<b>4 DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>22</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>23</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Lopes e Siqueira (2013), traumatismos dentários, assim como a cárie dentária e restaurações inadequadas são fatores etiológicos para o tratamento endodôntico de dentes com rizogênese incompleta. Quando as lesões não afetam a vitalidade da polpa dentária, tratamentos conservadores podem ser realizados, permitindo a continuidade da formação radicular. Entretanto, diante de casos de necrose pulpar em dentes com rizogênese incompleta resulta na interrupção da formação radicular e o tratamento torna-se mais complexo.

O tratamento de dentes com rizogênese incompleta é um desafio para os cirurgiões dentistas, pois suas paredes dentinárias são finas e há um alto risco de fratura (CICEK, et al., 2017). Além disso, há maior dificuldades técnicas, e como consequência, um pior prognóstico para esses dentes (ABUELNIEL, et al., 2020). Nesses casos, modificações nas técnicas de tratamento de canais radiculares tornam-se necessárias. Dentre as alternativas, podem ser citadas as técnicas de revascularização, apicificação com hidróxido de cálcio e a apicificação com materiais biocerâmicos reparadores, também conhecida como "barreira apical" ou "plug apical" (HAMEED, et al., 2017). A apicificação é um procedimento de indução do fechamento apical, no qual é introduzido um material biocompatível no terço apical do canal com o intuito de induzir formação de tecido mineralizado, ou seja, criar uma barreira e induzir o fechamento do forame apical, evitando assim o extravasamento de guta percha da obturação para os tecidos periapicais e osso (JEERUPHAN, et al. 2012).

Apesar de ser considerada a primeira opção para o tratamento de dentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar, a revascularização apresenta limitações importantes quanto à previsibilidade de complementar a formação das raízes. Nesse sentido, a busca por aprimoramento da técnica, bem como de prover alternativas para casos de insucesso têm sido almejadas (SCARPARO, NICOLOSO, CASAGRANDE 2020). Em contrapartida, a apicificação com hidróxido de cálcio, apesar de ter sido a escolha padrão por muitos anos (ADEL, et al., 2012), tem limitações incluindo o tempo de tratamento variável de 5 a 20 meses, o fechamento apical imprevisível ao tempo de tratamento, risco de fratura e baixa adesão ao tratamento pelo maior tempo de tratamento (LIN, et al., 2016). Além disso, essa manutenção do hidróxido de cálcio por um longo período pode promover enfraquecimento das paredes de dentina e reduzindo a resistência à fratura radicular (TANOMARU FILHO, et al., 2014), devido à degradação de proteínas dentinárias (BONTE, et al., 2014).

Na técnica de confecção de "plug" apical, o material biocerâmico deve ser aplicado na região apical formando um tampão que irá selar o ápice dentário, prevenindo a infiltração bacteriana e reduzindo o risco de extravasamento de material obturador e seus impactos nos tecidos periapicais (LIN et al. 2016). Apesar de não se prever o desenvolvimento e fortalecimento radicular por meio dessa técnica, ela apresenta vantagens se comparada à técnica de apicificação tradicional com hidróxido de cálcio, tais como os menores tempo de tratamento e número de consultas (LIN et al. 2016; NICOLOSO et al. 2019; SCARPARO, NICOLOSO, CASAGRANDE 2020).

O agregado de trióxido mineral (MTA) tem sido o material biocerâmico mais citado para confecção de barreira apical em dentes com rizogênese incompleta (SCARPARO, NICOLOSO, CASAGRANDE 2020). O MTA foi introduzido em 1993 por Mahmoud Torabinejad na Loma Linda University. Os seus primeiros usos foram para o selamento de perfurações radiculares ou preenchimento. O MTA convencional (cinza) e o MTA branco são bastante citados. A diferença entre eles consiste na concentração de óxido de ferro, magnésia e alumínio. É um cimento Portland formado pela interação de óxido de cálcio e dióxido de silício e, também, do radiopacificador, óxido de bismuto (SABER, et al., 2021). Com os avanços das tecnologias dos materiais dentários, os cimentos à base de silicato de cálcio têm demonstrado resultados clínicos promissores nos procedimentos para essas situações com ápice aberto. Apresentando boas propriedades biológicas e físico-químicas vantajosas, o agregado de trióxido mineral (MTA) é defendido como um material de escolha para estes procedimentos (PHAM, et al., 2021). O MTA é um material alcalino que estimula a formação de pontes dentinárias, possui boa capacidade de selamento e biocompatibilidade. Além disso, colabora para a atividade antibacteriana contra *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis* e *Enterococcus faecalis* (SABER, et al., 2021).

Dadas as propriedades acima citadas, a utilização do plug apical de MTA tem sido considerada eficiente para o tratamento endodôntico de dentes com rizogênese incompleta. Porém, apresenta ainda algumas desvantagens principalmente na descoloração, longo tempo de presa e alto custo (Awawdeh, et al., 2018). Ainda, a capacidade de fortalecimento e resistência da raiz ainda é questionada (LINSUWANONT, et al., 2018) e algumas formas de preparações de MTA causam descoloração, o que pode ser um fator limitante para uso em dentes anteriores (ABUELNIEL, et al., 2020).

Com vistas a aprimorar a técnica, materiais biocerâmicos alternativos ao MTA têm sido sugeridos estudados, entre os quais o Biodentine e Bioaggregate (ERAM, et al., 2020). Além disso, a espessura ideal de um plug de MTA ainda é controversa (CICEK, et al., 2017), e as técnicas e preenchimento do canal podem ser aprimoradas. A presente revisão de literatura buscará as evidências disponíveis sobre as possíveis vantagens da apicificação com reparadores biocerâmicos em relação à técnica tradicional com o hidróxido de cálcio, bem como abordará como diferenças entre materiais, da espessura do plug apical de MTA e técnicas adicionais para reforçar a estrutura dentária afetam os resultados dos tratamentos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo desta revisão de literatura é revisar variações de protocolos de tratamentos de apicificação.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Revisar diferenças nos resultados de técnicas de apicificação com hidróxido de cálcio ou com materiais biocerâmicos.
- Revisar variações da técnica de apicificação com biocerâmicos reparadores, tais como as espessuras do "plug apical" e técnicas reforço da estrutura dentária.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Materiais biocerâmicos reparadores

Material introduzido nos anos 90, o MTA desde então tem sido indicado para as mais diversas situações clínicas no dia a dia do endodontista. Devido a possibilidade de uso em ambientes úmidos e a sua biocompatibilidade é preconizado em casos de perfurações radiculares, material para capeamento pulpar e nos casos de dentes com o ápice aberto, para a confecção de um "plug apical" (CONEGLIAN, et al., 2007). A popularidade do MTA pode ser relacionada com vários fatores. O tratamento mais curto e uma maior adesão do paciente parecem ser vantajosos (CHALLA, et al., 2011). Em contrapartida, o MTA demonstrou limitações como um longo tempo de presa, alto custo e possibilidade de manchamento (BANI, et al., 2015). Apesar de ser biocompatível, o MTA extravasado para o tecido periapical pode induzir toxicidade tecidual e retardar o processo de cicatrização (LEE, et al., 2018).

O Biodentine é um cimento reparador cerâmico à base de silicato de cálcio, para o qual o fabricante atribui "propriedades mecânicas semelhantes à dentina". O pó é composto por silicato tricálcio, óxido de cálcio, carbonato de cálcio, óxido de zircônia, e o líquido por água, cloreto de cálcio e policarboxilato modificado. Atualmente, o Biodentine tem sido estudado e introduzido para superar as desvantagens do MTA (MOHITE, et al., 2022). Este cimento reparador apresenta biocompatibilidade com fibroblastos gengivais e as células da polpa dentária e, foi sugerido que promove diferenciação celular e síntese de dentina reparadora (SEQUEIRA, et al., 2018). Comparativamente ao MTA, o tempo de presa parece ser menor, em torno de 12 min, o material não causa manchamento e tem apresentado boas propriedades mecânicas (BRIZUELA, et al., 2017). O Biodentine é utilizado para obturação radicular retrógrada, reparo de perfuração e indução de barreira apical em dentes com rizogênese incompleta (MOHITE, et al., 2022). Apresenta boas propriedades mecânicas, excelente biocompatibilidade e comportamento bioativo (BRIZUELA, et al., 2017; MOHITE, et al., 2022).

Além dos materiais supracitados, outras alternativas de biocerâmicos têm surgido, incluindo (GRAYLI, et al., 2021). O Bioaggregate é composto principalmente por silicato de cálcio, hidróxido de cálcio e hidroxiapatita e mostrou efeitos antibacterianos e biocompatibilidade semelhantes ao MTA (YAN, et al., 2010). O CEM (Mistura enriquecida

com cálcio) foi introduzido em 2006 e mostrou características comparáveis ao MTA, dentre elas resistência à fratura e capacidade de vedação (GRAYLI, et al., 2021). O material tem mostrado propriedades semelhantes às do MTA, porém com mais facilidade de manipulação e menor preço (TABRIZIZADEH, et al., 2015). O Totalfill BC RRM também é um material que tem sido estudado como possibilidade para o tratamento de dentes com rizogênese incompleta que tem como agente adicional o cálcio fosfato monobásico que aumenta a formação da hidroxiapatita (LERTMALAPONG, et al., 2018).

### **3.2 Comparação da apicificação com hidróxido de cálcio e com materiais biocerâmicos**

O hidróxido de cálcio é o material tradicionalmente empregado para casos de apicificação, sendo gradativamente substituído por materiais biocerâmicos (BRIZUELA, et al., 2017). É defendido como um ativador biológico para indução da apicificação, material com desempenho biológico favorável, com ação bacteriana e de baixo custo (DEMIRCI, et al., 2019). A apicificação com hidróxido de cálcio requer a utilização da medicação intracanal de longo prazo para estimular a formação da barreira apical e, como consequência, aumenta a incidência de fratura radicular (NICOLOSO, et al., 2019). Sendo assim, o MTA apresenta vantagens promissoras por permitir a conclusão de tratamentos em menor período de tempo (HAM, et al., 2005). Mesmo sendo indicadas para o tratamento da periodontite apical em dentes com rizogênese incompleta, essas técnicas não contribuem para o fortalecimento da estrutura radicular (BOSE, et al., 2009).

Pradhan et al. (2007) compararam os tempos de cicatrização nas modalidades de tratamento com plug apical de MTA e apicificação com hidróxido de cálcio. Como resultado, observaram um tempo de cura semelhante, ainda que o tempo de tratamento seja mais curto para o MTA em comparação ao Hidróxido de cálcio. Já Bonte et al. (2014) compararam o MTA e o Hidróxido de cálcio quanto ao fechamento do ápice radicular. Em 6 meses não houve diferença, porém em doze meses o MTA apresentou melhor fechamento apical, e, em doze meses, no grupo tratado com hidróxido de cálcio 4 dos 15 apresentaram fraturas coronais ou radiculares.

De acordo com El Meligy e Avery (2006), o plug de MTA não impacta negativamente a resistência à fratura da dentina. Eles trataram crianças com os dois incisivos permanentes com necrose pulpar com o plug apical de MTA em um e no outro utilizando a apicificação com

hidróxido de cálcio. Em doze meses, 13 dos 15 dentes tratados com hidróxido de cálcio e 15 dos 15 casos tratados com MTA não tiveram sintomas e sinais radiograficamente compatíveis com progressão de doença periapical. As duas técnicas foram semelhantes estatisticamente.

Nicoloso et al. (2019) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise com o objetivo de avaliar os aspectos clínicos, radiográficos e os resultados de retenção funcional dos dentes permanentes necróticos imaturos com tratamento de revascularização pulpar ou apicificação após três meses a fim de determinar qual forneceu melhores resultados. Ao todo 231 artigos foram identificados por meio de pesquisa no banco de dados selecionados no PubMed/MEDLINE e Embase. Após os critérios de inclusão e exclusão, apenas 3 artigos foram selecionados. Um total de 135 dentes foram avaliados durante um acompanhamento de um a quatro anos.

Dentre os estudos incluídos, o de Jeeruphan et al. (2012), revela que a revascularização com indução de coágulo ou MTA apresentam vantagens na obtenção do reparo apical quando comparados a apicificação com hidróxido de cálcio. Em contrapartida, quanto a retenção funcional, somente um estudo de Jeeruphan et al. (2012) demonstrou taxas inferiores para apicificação com hidróxido de cálcio em comparação com revascularização com indução de coágulo ou apicificação com MTA. Nenhum dos estudos incluídos avaliou a formação de calcificação barreira como resultado de interesse. Segundo Alobaid et al. (2014) não houve casos de descoloração da coroa para as técnicas de apicificação, mas dois de 19 dentes submetidos à revascularização com indução de coágulo apresentaram descoloração da coroa. Quanto ao comprimento e largura da raiz, segundo Jeeruphan et al. (2012) houve um aumento estatisticamente significativo no comprimento e largura da raiz favorecendo casos de Revascularização com indução de coágulo. Porém, Alobaid et al. (2014) não encontrou diferenças significativas entre os tratamentos. Já Silujjai e Linsuwanont (2017) observaram apenas um aumento estatisticamente significativo na largura da raiz favorecendo os casos de revascularização com indução de coágulo quando comparada à apicificação com MTA. Jeeruphan et al. (2012) e Silujjai e Linsuwanont (2017) relataram fratura dentária como a principal causa de falha nos tratamentos com apicificação. Silujjai e Linsuwanont (2017) e Alobaid et al. (2014) afirmaram que nos casos de revascularização com indução de coágulo, as causas mais comuns foram reinfecção ou infecção persistente. De acordo com esta metaanálise, não há diferença estatística significativa em relação ao reparo clínico e

radiográfico e resultados de retenção funcional entre a revascularização com indução de coágulo e apicificação MTA ou Hidróxido de cálcio.

Pradhan et al. (2007) mostrou que o MTA e o Hidróxido de cálcio foram igualmente ineficazes para o desenvolvimento radicular, porém o tempo necessário para completar o tratamento e a formação da barreira apical foi menor para o grupo do MTA. El Meligy e Avery (2006) compararam as duas técnicas quanto aos sinais radiográficos e sintomas, e as duas técnicas de apicificação, foram semelhantes estatisticamente. Também, Bonte et al. (2014) comparou a apicificação com Hidróxido de cálcio e MTA, constatando que em 6 meses não houve diferença em termos de fechamento apical, mas em doze meses o grupo com plug apical de MTA apresentou melhor fechamento apical. Jeeruphan et al. (2012) observou um sucesso de 77,3% para CH e 94,7% para MTA sendo as falhas relacionadas à fratura. Alobaid et al. (2014) não observaram diferença estatística entre revascularização de indução de coágulo e a apicificação de hidróxido de cálcio ou plug apical de MTA no que se refere ao reparo apical.

### **3.3 Espessura do "plug" apical e outras técnicas para reforço da estrutura dentária**

Para casos em que se opta pela técnica de barreira apical com MTA, a espessura ideal do plug apical de materiais biocerâmicos ainda é controversa.

Um estudo de Bani e colaboradores (2015) avaliou a microinfiltração apical dos plugs apical de MTA e Biodentine, comparando a espessura desses biomateriais em sua capacidade de vedação. Oitenta dentes superiores anteriores foram selecionados e preparados simulando rizogênese incompleta. As amostras foram alocadas aleatoriamente para o grupo MTA (n=40) e Biodentine (n=40), e subdivididos em quatro grupos com base nas espessuras do plug apical de 1, 2, 3 e 4 mm. Conforme os resultados, a capacidade de vedação do Biodentine foi semelhante com o MTA em qualquer espessura do plug e pode-se concluir que quanto menor a espessura do plug apical, maior a microinfiltração apical. Plugs apicais de 3 e 4 mm revelaram uma boa capacidade de vedação independente do material utilizado.

Cicek et al (2017) compararam a resistência à fratura de dentes humanos simulando rizogênese incompleta após o uso de diferentes espessuras do plug apical de MTA. Cinquenta e dois dentes superiores anteriores de humanos com uma única raiz e canal foram selecionados para o estudo. Cinco dentes foram selecionados para o controle positivo, preparados com para simular dentes imaturos usando Peeso até tamanho 5 da direção apical para coronal, mas sem o

preparo da cavidade de acesso. E, os quarenta e sete dentes foram acessados com broca esférica e instrumentadas usando broca *Peeso* até tamanho 5. Destes quarenta e sete dentes, cinco foram separados para o controle negativo e os canais foram preenchidos com Hidróxido de cálcio com a broca Lentulo e em seguida a cavidade de acesso foi selada com material obturador e armazenados por 4 semanas. Quarenta e dois dentes foram divididos em 3 grupos experimentais (n=14). Como resultado, a completa obturação do canal radicular com MTA pode causar tendência à fratura. Em contrapartida, nenhuma diferença foi encontrada entre os plugs apicais de 3 e 6 mm e apresentaram resultados semelhantes. Logo, concluíram que barreiras apicais entre 3 e 6 mm de espessura podem ser utilizadas em dentes com rizogênese incompleta.

Tanomaru e colaboradores (2014) avaliaram a resistência à fratura de quarenta dentes bovinos simulando rizogênese incompleta. Os incisivos bovinos foram divididos em 4 grupos (n=10). Grupo I os dentes foram submetidos ao preparo intrarradicular sem tratamento (controle negativo) e Grupo II os dentes não foram submetidos ao preparo intrarradicular. O grupo III os dentes foram submetidos ao preparo intrarradicular, aplicação do plug apical de MTA de 4 mm e um pino de fibra de vidro foi colocado no canal radicular cimentado com cimento resinoso. Por último, o grupo IV, os canais receberam preparo intrarradicular, aplicação do plug apical de MTA de 4mm e obturado com o sistema Epiphany/Resilon de acordo com o fabricante. Os espécimes foram submetidos ao ensaio de resistência à fratura em uma máquina de teste mecânico em uma célula de carga 10kN em velocidade de 0,5mm/min, sendo posicionados em um dispositivo cilíndrico descrito por Melo et al (2005) e Bortoluzzi et al (2007), permitindo um ângulo de 135° em relação ao longo eixo do dente. Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente usando análise de variância de uma via (ANOVA) e o teste de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). Como resultado, o grupo III produziu maiores valores de resistência à fratura ( $p < 0,05$ ), grupo I e IV apresentaram valores semelhantes, mas menores que o grupo II ( $P < 0,05$ ).

O insucesso do tratamento endodôntico na maioria das vezes é atribuído à proliferação de bactérias que permanecem após o tratamento (TOLIBAH, et al., 2022). Abbas e colaboradores (2020) compararam o extravasamento bacteriano do MTA e do Biodentine quando utilizados como plug apical de espessuras de 2 e 4 mm em dentes com rizogênese incompleta. Sessenta dentes foram subdivididos em dois grupos MTA e Biodentine, e estes subdivididos em dois grupos cada um de 2 mm e 4 mm. Os dentes foram preparados e avaliados após 48 horas quanto à infiltração bacteriana. Apesar das limitações do estudo, como

sensibilidade técnica e tamanho da amostra, concluíram que a capacidade de vedação do Biodentine foi semelhante ao MTA em ambas as espessuras testadas. A capacidade de vedação do plug apical do MTA de 2 mm de espessura foi semelhante à do plug apical de MTA de 4 mm de espessura. Já o Biodentine tem uma capacidade de vedação melhor com a espessura de 4 mm do que com 2 mm de espessura.

Grayli et al. (2021) realizou um estudo com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes materiais (MTA e CEM) de plug apical em espessuras variadas na resistência à fratura de dentes restaurados com núcleo metálico fundido em dentes simulando rizogênese incompleta. Foram selecionados 40 pré-molares inferiores uniradiculares de humanos que foram extraídos por razões ortodônticas. Os dentes foram preparados para simular rizogênese incompleta e separados aleatoriamente em 5 grupos com um grupo controle e quatro grupos experimentais. Um grupo controle sem plug apical, 2 grupos MTA com plug apical de 3 e 5 mm e dois grupos CEM com plug apical de 3 e 5 mm. Todos os grupos foram obturados com guta-percha e as amostras foram seladas com CAVIT (material restaurador temporário). Os dentes foram desobturados deixando um mínimo de 5 mm de selamento apical, ou seja, os dois grupos de espessuras de 3 mm (CEM e MTA) ficaram com o plug apical mais a guta-percha e os dois grupos de espessura de 5 mm só com os materiais MTA e CEM. O teste de resistência à fratura foi avaliado utilizando uma máquina de teste universal, uma carga foi aplicada em cada amostra com um ângulo de 90° para a superfície oclusal do núcleo metálico sob uma velocidade de 0,05 mm/min até ocorrer fratura. Os resultados apontaram maior resistência à fratura em todos os grupos experimentais comparados com o grupo controle, mas somente estatisticamente significativa para o grupo plug apical MTA de espessura de 5 mm .

Em contrapartida, um estudo de Evren et al. (2016), comparou a resistência à fratura de 52 dentes humanos uniradiculares simulando rizogênese incompleta utilizando plugs apical de 4 mm com diferentes materiais (CEM, MTA, Biodentine), com dentes reabilitados com pino de fibra de vidro e resina composta. Relataram nenhuma diferença estatisticamente significativa de resistência à fratura entre os materiais experimentais. Porém, os valores de resistência à fratura dos grupos experimentais foram significativamente maiores que os do grupo controle e restaurações com pino de fibra e resina composta aumentaram a resistência à fratura de dentes imaturos.

Tanomaru et al. (2014) avaliou in vitro a resistência à fratura de incisivos bovinos, simulando rizogênese incompleta, utilizando plug apical de MTA associado ou não ao pino de fibra de vidro. E, como conclusão, demonstrou que o uso de plug apical de MTA associado a pinos intrarradiculares de fibra de vidro promove o reforço radicular para dentes com rizogênese incompleta.

Além desses diferentes materiais, outro material biocerâmico à base de silicato de cálcio é o Totalfill BC RRM ( LERTMALAPONG, et al. 2018). Lertmalapong et al. (2018) avaliaram a infiltração bacteriana e adaptação dos plugs apical utilizando biocerâmicos (ProRootMTA, Biodentine, Totalfill BC RRM, RetroMTA) em duas espessuras diferentes (3 e 4 mm) nos dentes com ápice aberto. Foram selecionados 150 pré-molares inferiores humanos extraídos por motivos ortodônticos e divididos aleatoriamente em 10 grupos de quinze amostras em cada.

Das quinze amostras de cada grupo, dez foram utilizados no teste de infiltração bacteriana quanto ao extravasamento de *Enterococcus faecalis* por 75 dias e cinco para a avaliação da adaptação marginal sob microscopia eletrônica. O grupo com maior porcentagem de amostras que não vazaram foi o grupo 4 (Biodentine 4 mm) com 70%, seguido pelo grupo 2 (ProRootMTA 4 mm ) com 50% e os grupos 7( TotalFill BC RRM 3 mm) e 8 (TotalFill BC RRM 4 mm) também 50% das amostras não vazaram. Os grupos 5 ( TotalFill BC RRM pasta 3 mm) e 6 (TotalFill BC RRM pasta 4 mm) tiveram todas as amostras vazadas (Tabela 3).

Quanto a adaptação marginal o grupo 4 e 8 mostraram porcentagem médias significativamente menores de área de falha do que TotalFill BC RRM pasta e RetroMTA em ambas espessuras. Em comparação com a espessura de 3 mm nos grupos Biodentine, massa TotalFill BC RRM e ProRootMTA, a espessura de 4 mm nos grupos apresentou porcentagens médias significativamente mais baixas.

Eram et al. (2020) compararam a resistência à fratura de dentes com rizogênese incompleta simulada utilizando materiais biocerâmicos (MTA, Biodentine e Bioaggregate) como plug apical e material de preenchimento através de um modelo de análise de elementos finitos 3D. Sete diferentes modelos foram desenvolvidos simulando rizogênese incompleta. O modelo 1 representando o grupo controle sem material biocerâmico, modelo 2 com MTA de plug apical 4 mm, modelo 3 com Biodentine de plug apical 4 mm, modelo 4 com Bioaggregate com plug apical 4 mm, modelo 5 com MTA preenchido em todo canal radicular 8,5mm , modelo 6 com Biodentine preenchido em todo canal radicular 8,5 mm e modelo 7 com Bioaggregate

preenchido em todo canal radicular 8,5mm. Foi aplicada uma força de 100N na região incisal na face palatina em um ângulo de 130° e avaliar a distribuição de tensão na junção amelocementária usando critérios de tensão de Von Mises. As tensões de von mises para 4 mm de plug apical foi maior para o Bioaggregate e menor para MTA . Nos materiais empregados em todo o canal, as tensões de Von Mises foram menores para MTA, seguido por Biodentine e Bioaggregate.

Tran et al. (2016) comparou a adaptação marginal de materiais à base de silicato de cálcio ( ProRoot MTA, NeoMTA Plus e Endosequence BC RRM-Fast Set Putty e BC-Sealer) com plug apical de 6 mm. Sessenta molares superiores foram selecionados e a raiz palatina de cada dente foi seccionada ao nível da furca para realizar os experimentos em cada grupo simulando rizogênese incompleta. As raízes preparadas foram aleatoriamente divididas em 4 grupos com base no material biocerâmico a ser utilizado (n = 15). Radiografias finais foram realizadas para avaliar a adaptação densa e uniforme dos materiais, as cavidades de abertura foram seladas com IRM (Cimento restaurador provisório) e as raízes incluídas em blocos de resina para facilitar a avaliação microscópica eletrônica. As fotomicrografias das raízes incluídas nos blocos foram avaliadas por 5 endodontistas que foram calibrados antes da avaliação. Foi seguido os critérios:

-Pontuação 1: Material está bem adaptado: Aproximação marginal próxima do material obturador à parede dentinária e nenhum defeito de espaçamento presente na interface material-dentina em >70% da circunferência do ápice aberto.

-Pontuação 2: Material está moderadamente adaptado: Aproximação marginal próxima do material obturador à parede dentinária e presença de defeitos de espaçamento na interface material-dentina em 30% a 60% da circunferência do ápice aberto.

-Pontuação 3: Material está mal adaptado: Má aproximação marginal do material obturador à parede dentinária e grandes vazios e/ou defeitos de espaçamento significativos na interface material-dentina em >60% da circunferência do ápice aberto.

Os 3 mm da extremidade da raiz foram seccionados e usando o microscópio eletrônico de varredura, a circunferência do canal da ponta da raiz seccionada foi dividida em 8 pontos, nos quais a distância do gap foi medida na interface material-dentina. Não houve diferenças significativas (P = 0,175) entre os 4 grupos experimentais quanto a qualidade da adaptação

marginal do material obturador radicular ao nível do ápice anatômico e na avaliação dos *GAP's* não foram encontradas diferenças significativas entre grupos 1, 2 e 3 ( $P > 0,01$ ).

#### **4 DISCUSSÃO**

A apicificação com Hidróxido de Cálcio foi por muito tempo utilizada como tratamento padrão para dentes necróticos com rizogênese incompleta. Seu sucesso depende da formação de uma barreira de tecido duro por células que migram dos tecidos perirradiculares, favorecendo a cicatrização periapical. Tais eventos ocorrem sob a influência de sinais celulares específicos para se tornarem células capazes de secretar uma matriz orgânica de cimento, osteocemento ou osteodentina (HAM, et al., 2005). Já o MTA e outros biocerâmicos surgem como uma alternativa (BONTE, et al., 2014; CICEK, et al., 2017; HAM, et al., 2005), proporcionando a instalação de uma barreira artificial que proporciona selamento imediato, antes mesmo que o processo biológico de reparo se estabeleça. A grande diferença de usar MTA e outros materiais biocerâmicos é a redução na duração do tratamento da apicificação, porém é preciso garantir umidade suficiente para a presa e endurecimento final e, também, outro desafio é a possibilidade de deslocamento do plug antes da presa final (TRABRIZIZADEH, et al., 2015).

A apicificação com plug apical de MTA demonstra vantagens com relação ao menor tempo de tratamento, o que proporciona melhor adesão ao tratamento pelo paciente, bom selamento apical, propriedades antibacterianas e altas taxas de sucesso (CICEK, et al., 2017; DEMIRCI, et al., 2019). Apesar disso, nem todos os estudos avaliando o reparo apical e a retenção funcional de dentes tratados com apicificação convencional (com hidróxido de cálcio) ou com confecção de barreira apical com MTA mostraram diferenças significativas (NICOLOSO et al., 2019). Deve-se atentar para a falta de estudos longitudinais que comparem esses desfechos nas duas técnicas a longo prazo. Nesse sentido, a ocorrência de fraturas e perdas dentárias foi reportada a médio prazo quando a técnica com hidróxido de cálcio é empregada, resultando frequentemente em perdas dentárias (CIVEK, 1992). Há evidências que apontam para fechamento apical mais breve em casos tratados com MTA (LIN, et al., 2016). Além disso, a necessidade de múltiplas visitas e longo período de tratamento podem impactar na adesão dos pacientes ao protocolo, reduzindo sua efetividade (CICEK, et al., 2017; NICOLOSO et al., 2019; LIN et al., 2016).

Uma limitação comum às duas técnicas é o fato de não estimularem o desenvolvimento e fortalecimento radicular (BOSE, et al. 2009). Com relação a espessura e material biocerâmico ideal para o plug apical, os estudos disponíveis (ABBAS, et al., 2020; BANI, et al., 2015; CICEK, et al., 2017; LERTMALAPONG, et al., 2018) não provaram vantagens de uma técnica específica. Entretanto, o emprego de retentores intrarradiculares pode ser vantajoso para aumentar a resistência à fratura (GRAYLI, et al., 2021; TANOMARU, et al., 2014).

Os estudos aqui revisados mostram que, independentemente do material biocerâmico utilizado para a confecção do "plug" apical, pinos intrarradiculares podem aumentar a resistência à fratura. O uso de pinos intrarradiculares e reabilitação protética tem sido recomendado em casos com grande destruição da coroa para aumentar a resistência radicular, e os pinos de fibra de vidro são uma alternativa para restauração de dentes com rizogênese incompleta por apresentarem módulo de elasticidade semelhante à dentina. (TANOMARU, et al., 2014).

Cicek et al (2017) compararam a resistência à fratura de dentes humanos simulando rizogênese incompleta após o uso de diferentes espessuras do plug apical de MTA e concluíram que as barreiras apicais de 3 e 6 mm de espessura não apresentaram diferenças significativas. Tabrizzadeh et al. não encontraram diferenças estatísticas de microdureza superficial entre plugs de MTA e CEM de 4 e 8 mm. Evren et al. concluíram que utilizando qualquer um dos biocerâmicos (CEM, MTA e Biodentine) como um plug apical, dentes imaturos restaurados com pino de fibra de vidro e resina composta apresentam maior resistência à fratura. Graily et al. (2021) concluíram que a colocação de um plug apical de MTA de 5 mm aumentou a resistência à fratura em dentes simulando casos de rizogênese incompleta e restaurados com núcleo metálico fundido, quando em comparação com o grupo controle (guta-percha e cimento). Os plugs apical de MTA 3 mm e plug de CEM de 3 e 5 mm não indicaram resultados vantajosos quanto à resistência à fratura.

Já Abbas et al. (2020) e Bani et al. (2015) compararam as diferentes espessuras de plugs apicais de MTA e de Biodentine e mostraram capacidade de vedação semelhante, independente da espessura do plug apical. Lertmalapong et al. (2018) avaliou a infiltração bacteriana e a adaptação dos plugs apicais utilizando biocerâmicos (ProRootMTA, Biodentine, Totalfill BC RRM, RetroMTA) em espessuras 3 e 4 mm. O grupo que teve a maioria das amostras não vazadas foi o grupo Biodentine com espessura 4 mm (70%) e os grupos Biodentine e Totalfill

BC RRM com espessura de 4 mm apresentaram porcentagem média menor de área de falha. Há de se ressaltar que as metodologias para avaliar a capacidade de selamento são limitadas, e, nesse sentido, os resultados devem ser observados com cautela.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerando os resultados dos estudos revisados na literatura, o uso do hidróxido de cálcio, apesar de ter sido considerado padrão-ouro por muito tempo no tratamento de dentes com rizogênese incompleta, apresenta desvantagens pelo tempo de tratamento que dificulta a adesão do paciente, em comparação a técnicas de barreiras apicais com os materiais biocerâmicos. Entretanto, alguns materiais biocerâmicos ainda possuem limitações quanto ao alto custo, difícil manipulação do material e possibilidade de manchamento.

Não foi comprovado que diferentes espessuras de materiais biocerâmicos utilizados como “plugs” apicais para o tratamento de dentes com rizogênese incompleta resultem em vantagens relacionadas à resistência à fratura, preenchimento do canal ou selamento. A utilização de retentores intrarradiculares após a apicificação com materiais biocerâmicos pode ser favorável para o aumento da resistência à fratura no tratamento de dentes com rizogênese incompleta.

## REFERÊNCIAS

- ABBAS, A; KETHINENI, B; PUPPALA, R; BIRAPU, U, C; RAGHAVENDRA, K, J; REDDY, P. Efficacy of Mineral Trioxide Aggregate and Biodentine as Apical Barriers in Immature Permanent Teeth: A Microbiological Study. **Int J Clin Pediatr Dent.** v. 13, n 6, p 656-662, Nov-Dec. 2020.
- ADEL, M; SALMANI, Z; YOUSSEFI, N; HEIDARI, B. Comparison of Microleakage of Mineral Trioxide Aggregate Apical Plug Applied by the Manual Technique and Indirect Use of Ultrasonic with Different Powers. **Journal of Dentistry**, v 22, n 4, p 290-295, Dec 2021.
- BANI, M.; SUNGURTEKIN-EKÇI, E.; & ODABAS, M. E. Efficacy of Biodentine as an Apical Plug in Nonvital Permanent Teeth with Open Apices: An In Vitro Study. **BioMed Research International**, v 2015, n 2015 p 1-4, Sep 2015.
- BONTE, E.; BESLOT, A.; BOUKPESSI, T. MTA versus Ca(OH)<sub>2</sub> in apexification of nonvital immature permanent teeth: a randomized clinical Trial comparison. **Clinical Oral Invest**, v.19, n.6, p.1381-1388, Dec 2014.
- BOSE, R., NUMMIKOSKI, P., HARGREAVES, K.; A Retrospective Evaluation of Radiographic Outcomes in Immature Teeth With Necrotic Root Canal Systems Treated With Regenerative Endodontic Procedures. **Journal of Endodontics**, v 35, n 10, p 1343-1349, Oct 2009.
- BRIZUELA, C.; ORMEÑO, A.; CABRERA, C.; CABEZAS, R.; SILVA, D. I.; RAMIREZ, V.; MERCADE, M. Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide, Mineral Trioxide Aggregate, and Biodentine in Permanent Young Teeth with Caries: A Randomized Clinical Trial. **Journal of Endodontics**, v 43, n 11, p 1776–1780, Nov 2017.

ÇICEK, E; YILMAZ, N; KOÇAK, M. M; SAGLAM, B. C; KOÇAK, S; BILGIN, B. Effect of Mineral Trioxide Aggregate Apical Plug Thickness on Fracture Resistance of Immature Teeth. **Journal of Endodontics**, v 43, n. 10, p. 1697–1700, Oct 2017.

CVEK, M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. **Dental traumatology**, v 8, n 2, p 45-55, Apr 1992.

DEMIRCI, G. K.; KAVAL, M. E.; GUNERI, P.; ÇALISKAN, M. K. Treatment of immature teeth with nonvital pulps in adults : A prospective comparative clinical study comparing MTA with Ca( OH ) 2. **International Endodontic Journal**, v 53, n 1, p 5-18, Jan 2020.

EL MELIGY, O. A.; AVERY, D. R. Comparison of apexification with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. **Pediatr Dent**, v 28, n 3, p 248-53, Jun 2006.

ERAM, A., ZUBER, M., KENI, L. G., KALBURGI, S., NAIK, R., BHANDARY, S., AMIN, S., Badruddin, I. A. (2020). Finite element analysis of immature teeth filled with MTA, Biodentine and Bioaggregate. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v 190, n 105356, p 1-6, Jan 2020.

EVREN, O. K; ALTUNSOY, M.; TANRIVER, M.; CAPAR, I. D.; KALKAN, A.; GOK, T. . Fracture resistance of simulated immature teeth after apexification with calcium silicate-based materials. **European Journal of Dentistry**, v 10, n 2, Apr-Jun 2016.

GRAYLI, E.; DASHTBAN, A.; SHADAN, L.; BEHNAMPOUR, N.; AFSHARI, E. Effect of MTA versus CEM apical plugs on fracture resistance of endodontically treated simulated immature teeth restored with cast metal posts: an in-vitro study. **BMC Oral Health**, v 21, n 1, p 280, May 2021.

HAM, K. A., WITHERSPOON, D. E., GUTMANN, J. L., RAVINDRANATH, S., GAIT, T. C., OPPERMAN, L. A. Preliminary Evaluation of BMP-2 Expression and Histological Characteristics During Apexification with Calcium Hydroxide and Mineral Trioxide Aggregate. **Journal of Endodontics**, v 31, n 4, p 275-279, Apr 2005.

JEERUPHAN, T.; JANTARAT, J.; YANPISET, K.; SUWANNAPAN, L.; KHEWSAWAI, P.; HARGREAVES, K. M. Mahidol study 1: comparison of radiographic and survival outcomes of immature teeth treated with either regenerative endodontic or apexification methods: a retrospective study. **J Endod**; v 38, n 10, p 1330-1336, 2012.

LERTMALAPONG, P., JANTARAT, J., SRISATJALUK, R. L., KOMOLTRI, C. Bacterial leakage and marginal adaptation of various bioceramics as apical plug in open apex model. **Journal of Investigative and Clinical Dentistry**, v 10, n 1, e12371, Feb 2019.

LIN, J; LU, J; ZENG, Q; ZHAO, W; LI, W; LING, J. Comparison of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide for apexification of immature permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. **Journal of The Formosan Medical Association**, [s.l.], v. 115, n. 7, p.523-530, Jul. 2016.

MOHITE, P; RAMTEKE, A. D; GUPTA, R; PATIL, S; GUPTA, D. Comparative evaluation of mineral trioxide aggregate and biodentine apical plug thickness on fracture resistance of immature teeth: An *In vitro* study. **Ann Afr Med**, v 21, n 3, p 198-203, Sep 2022.

NICOLOSO, G. F; GOLDENFUM, G. M; DAL PIZZOL, T. S; SCARPARO, R. K; MONTAGNER, F; RODRIGUES, J. DE ALMEIDA; CASAGRANDE, L. Pulp Revascularization or Apexification for the Treatment of Immature Necrotic Permanent Teeth: Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, [s.l.], v. 43, n. 5, p.305-313, Jan. 2019.

PRADAN, D. P.; CHAWLA, H. S.; GAUBA, K.; GOYAL, A. Comparative evaluation of endodontic management of teeth with unformed apices with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. **J Dent Child** , v 73, n 2, p 79-85, Aug 2006.

SCARPARO, R. K.; NICOLOSO, G. F.; CASAGRANDE, L. Inter-relação Endodontia/Odontopediatria: Tratamento de Dentes com Rizogênese Incompleta – Da remoção seletiva de tecido cariado à revascularização pulpar. In: SÓ, M. V. R. **Endodontia: As Interfaces no Contexto da Odontologia**. 2 ed. São Paulo: Santos Editora, 2020. p. 225-248.

TANOMARU, M. F; ARAÚJO, G. S; TANOMARU, J. M. G; BORTOLUZZI, E. A; ABIRACHED, E. G. J. F. O; REIS, J. M. S. N; Resistance of Teeth with Simulated Incomplete

Rhizogenesis with Intraradicular Post or Root Canal Filling. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, v 15, n 4, p 413-416, Aug 2014.

TOLIBAH, Y.A; DROUBI, L; ALKURDI, S; ABBARA, M.T; BSHARA, N; LAZKANI, T; KOUCHAJI, C.; AHMAD, A.I; BAGHDADI, Z.D. Evaluation of a Novel Tool for Apical Plug Formation during Apexification of Immature Teeth. **Int J Environ Res Public Health**, v 19, n 9, p 5304, Apr 2022.

TABRIZIZADEH, M.; DABBAGH, M. M.; BADRIAN, H.; DAVOUDI, A. Microhardness Properties of Mineral Trioxide Aggregate and Calcium-enriched Mixture Cement Plugs at Different Setting Conditions. **J Int Oral Health**, v 7, n 9, p 36- 39, Sep 2015.

TRAN, D.; HE, J.; GLICKMAN, G. N.; WOODMANSEY, K. F. Comparative Analysis of Calcium Silicate-based Root Filling Materials Using an Open Apex Model. **J Endod.** v 42, n 4 , p 654-658, Apr 2016.