PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Fabiana Dantas Meirelles

CIMENTOS BIOCERÂMICOS E SUA INFLUÊNCIA NO CAPEAMENTO PULPAR DIRETO: um estudo *in vivo*

Belo Horizonte
2025

Fabiana Dantas Meirelles

CIMENTOS BIOCERÂMICOS E SUA INFLUÊNCIA NO CAPEAMENTO PULPAR DIRETO: um estudo *in vivo*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração: Clínicas Odontológicas.

Linha de Pesquisa: Propriedades físicas, químicas e biológicas dos materiais odontológicos.

Orientador: Prof. Dr. Frank Ferreira Silveira

Belo Horizonte
2025

FICHA CATALOGRÁFICA
Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Meirelles, Fabiana Dantas
M514c Cimentos biocerâmicos e sua influência no capeamento pulpar direto: um estudo *in vivo* / Fabiana Dantas Meirelles. Belo Horizonte, 2025.
62 f. : il.

Orientador: Frank Ferreira Silveira

Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia

1. Capeamento da polpa dentária. 2. Polpa dentária. 3. Cavidade pulpar. 4. Materiais restauradores do canal radicular. 5. Endodontia. 6. Materiais biocompatíveis. 7. Silicato de cálcio. 8. Ratos Wistar. I. Silveira, Frank Ferreira. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 616.314.18
Ficha catalográfica elaborada por Fabiana Marques de Souza e Silva - CRB 6/2086

Fabiana Dantas Meirelles

CIMENTOS BIOCERÂMICOS E SUA INFLUÊNCIA NO CAPEAMENTO PULPAR DIRETO: um estudo *in vivo*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Clínicas Odontológicas.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

1- Prof. Dr. André Luiz Sena Guimarães – UNIMONTES
2- Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares – PUC Minas
3- Prof. Dr. Frank Ferreira Silveira – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 10 de fevereiro de 2025

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Prof. Dr. Frank Ferreira Silveira
Orientador

Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Odontologia

Dedico este trabalho a minha jornada enquanto Endodontista, clínica e pesquisadora.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a quem eu entrego todo o meu caminho: Deus! Pelo direcionamento nas pequenas e grandes decisões que me trouxeram até aqui. À minha mãe do céu, Nossa Senhora, todos os Anjos e Santos que foram escudo nessa caminhada.

Ao meu esposo, Francisco, meu grande amor e amigo, por não medir esforços para realizar os sonhos da nossa família.

À minha mãe, Beatriz Dantas, minha fonte de energia, colo inestimável e ao meu pai, Alex Fabiano Meirelles, por toda dedicação em minha formação como pessoa e profissional.

Às minhas irmãs, Ana Luíza e Michelle pela irmandade. Meus sobrinhos Ana Lis, Maitê e Luiz, vocês tornam a minha vida mais leve.

À minha amiga de fé, Stephanny Meira, por todo companheirismo nessa caminhada.

À minha sogra, Edna Maria Araújo, e à sua família pelo amparo e apoio.

Ao meu orientador, Frank Ferreira Silveira, pela orientação para que cada etapa fosse cumprida com sucesso.

Ao meu coorientador André Luiz Guimarães, pela parceria e cuidado no processo.

À Pontíficia Universidade Católica de Minas Gerais por ter sido abrigo e morada durante esses dois anos. Os conhecimentos, as pessoas e as partilhas marcaram minha trajetória.

À equipe do Laboratório de Ciências da Saúde da Unimontes, bem como o programa de Mestrado e Doutorado, pela contribuição fundamental nesse projeto.

Ao grande mestre e amigo, Gil Moreira Júnior, pelo incentivo.

À professora Maria Ilma, por toda amizade e conhecimento dedicados.

À professora Kênia Toubes, nossas longas conversas compartilhando momentos científicos e pessoais fazem parte da minha formação, grata por hoje poder te chamar de amiga.

Aos professores Manoel Brito (*in memorian*), Rodrigo Dantas, Neilor Braga e João Normanha, o meu mestrado é fruto da paixão e responsabilidade com que vocês me transmitiram seus ensinamentos.

Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar (Josué 1:9)

RESUMO

A manutenção do tecido pulpar vital assume um papel indispensável para a preservação do dente, bem como para a nutrição, inervação e resposta imunológica. O procedimento de capeamento pulpar visa preservar a vitalidade da polpa dentária, impedindo que um processo inflamatório irreversível se instale. O objetivo desse estudo foi avaliar por método de microtomografia computadorizada e imunohistologia a biocompatibilidade e bioatividade de três diferentes cimentos biocerâmicos (MTA White; Biodentine; Bio-C Repair) de acordo com a ocorrência da formação de pontes de dentina e por meio da quantificação de células inflamatórias. Foi realizado um estudo *in vivo*, com três grupos possuindo 16 Ratos *Wistar* cada, nos quais os primeiros molares superiores esquerdos foram submetidos a exposição pulpar provocada, ao capeamento pulpar direto com os cimentos biocerâmicos e, em seguida, foram restaurados com cimento de ionômero de vidro fotoativado. Sessenta dias após capeamento pulpar direto, foi realizado a eutanásia, e os hemiarcos esquerdos dos animais foram removidos, acondicionados imediatamente em paraformaldeido (4%), e avaliados por meio de microtomografia computadorizada. Foi dado início ao processo de descalcificação dos espécimes em ácido clorídrico a 5% por 4 semanas, que em seguida foram lavados em água corrente, desidratados em álcool, diafaniazadas em xilol e incluídos em parafina. A orientação no momento da inclusão permitiu a realização de cortes teciduais dos molares superiores e estruturas de suporte em seu sentido longitudinal, de vestibular para lingual. Os cortes histológicos advindos dos hemiarcos superiores esquerdos foram submetidos à técnica de coloração Hematoxilina-eosina (HE). A análise com o teste Qui-Quadrado de Pearson evidenciou que houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os grupos. Bio-C repair apresentou uma maior quantidade de células inflamatórias, sem formação de ponte dentinária. Por outro lado, os grupos MTA e Biodentine apresentaram em sua maioria resposta inflamatória de leve a moderada, com presença acentuada de formação de ponte dentinária e preservação das camadas de pré-dentina e odontoblastos. Os resultados do presente estudo sugerem que o MTA White e Biodentine apresentaram melhores resultados em relação ao Bio-C Repair quanto a formação de pontes de dentina e preservação pulpar.

Palavras-chave: Endodontia. Biocerâmicos. Capeamento pulpar. MTA. Silicato de cálcio.

ABSTRACT

The maintenance of vital pulp tissue plays an essential role in tooth preservation, as well as in nutrition, innervation and immune response. The pulp capping procedure aims to preserve the vitality of the dental pulp, preventing an irreversible inflammatory process from taking hold. The aim of this study was to evaluate, by means of computed microtomography and immunohistology, the biocompatibility and bioactivity of different bioceramic cements: MTA White, Biodentine and Bio-C Repair, according to the formation of dentin bridges and quantification of inflammatory cells. An in vivo study was carried out with a sample of three groups of 16 Wistar rats each, where the upper left first molars were subjected to induced pulp exposure and direct pulp capping with bioceramic cements, and then restored with photoactivated glass ionomer cement. The analysis period was 60 days after direct pulp capping. After euthanasia, the animals had their left hemiarchs removed and placed in paraformaldehyde (4%), followed by computed microtomography examinations. Thus, the process of decalcification of the specimens in 5% hydrochloric acid for 4 weeks was started. They were washed in running water, dehydrated in alcohol, diaphanized in xylene and embedded in paraffin. The orientation at the time of inclusion allowed tissue sections of the upper molars and supporting structures to be made in their longitudinal direction, from buccal to lingual. The histological sections from the upper left hemiarchs were subjected to the hematoxylin-eosin (HE) staining technique. Analysis with Pearson's chi-square test showed that there was a statistically significant difference ($p > 0.05$) between the groups, where Bio-C repair presented a greater amount of inflammatory cells, without formation of a dentin bridge. On the other hand, the MTA and Biodentine groups mostly presented mild to moderate inflammatory response, with marked presence of dentin bridge formation and preservation of predentin layers and odontoblasts. The results of the present study suggest that MTA White and Biodentine presented better results compared to Bio-C Repair regarding the formation of dentin bridges and pulp preservation.

Keywords: Endodontics. Bioceramics. Pulp capping. MTA. Calcium silicate.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagens do procedimento operatório de capeamento em ratos 27
Figura 2: (A) Imagem do procedimento operatório; (B) (C) bancada clínica estéril com acesso pulpar sob irrigação constante 27
Figura 3: Analgesia dos animais após o procedimento utilizando Cetoprofeno (Eurofarma) via subcutânea 28
Figura 4: Animais separados no rack de acordo com os grupos sorteados: White MTA – Placa amarela; Biodentine – Placa verde; Bio-C Repair – Placa rosa 29
Figura 5: Materiais biocerâmicos utilizados neste estudo 30
Figura 6: Bancada clínica para eutanásia 31
Figura 7: Fixação dos espécimes em suporte para aquisição de imagens 32
Figura 8: Micro-CT associado a histologia 33
Figura 9: Comparativo histológico dos grupos 34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

[Ca (OH) ²]	Hidróxido de Cálcio
µm	Micrometro
BCEA	Biotério de Experimentação Animal da instituição
Ca2+	Íons Cálcio
CEBIO	Biotério de Criação e Experimentação Animal da UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
CEUA	Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Estadual de Montes Claros
CONCEA	Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal
Micro-CT	Microtomografia Computadorizada
MTA	Mineral Trióxido Agregado
OH-	Ânion hidroxila
Ph	Potencial Hidrogeniônico
TPV	Terapia Pulpar Vital

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 21

2 OBJETIVOS 23
2.1 Objetivo geral 23
2.2 Objetivos específicos 23

3 MATERIAL E MÉTODOS 25
3.1 Aspectos éticos 25
3.2 Seleção da amostra 25
3.3 Preparo da amostra 25
3.3.1 Divisão dos grupos 28
3.3.2 White MTA 28
3.3.3 Biodentine 28
3.3.4 Bio-C Repair 29
3.4 Método de eutanásia 30
3.5 Micro-CT 31
3.6 Imunohistologia 32
3.7 Análise estatística 34

4 ARTIGO CIENTÍFICO 35

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 55

REFERÊNCIAS 57

ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP 59

ANEXO B – Produtos gerados no Programa 61

1 INTRODUÇÃO

O objetivo do capeamento pulpar é promover a recuperação da polpa dentária vital que foi acometida de forma reversível, empregando substâncias bioativas para assegurar a formação de tecido mineralizado e/ou ponte de dentina que induza o processo de reparação (Islam *et al.*, 2021).

Neste contexto, a Terapia Pulpar Vital (TPV) é frequentemente negligenciada como opção de tratamento em caso de cáries profundas com exposição pulpar, sendo o tratamento endodôntico visto como a única opção. Entretanto, estudos clínicos recentes e revisões sistemáticas desafiam essa crença. O sucesso da TPV está relacionado ao uso de materiais biocompatíveis, onde mesmo em dentes maduros com inflamação, as pesquisas demonstram grande potencial reparador de dentina (Fasoulas *et al.*, 2023).

A aplicação desta abordagem pode representar uma modalidade terapêutica mais conservadora em comparação ao procedimento endodôntico convencional, quando confrontada aos cenários nos quais a exposição da polpa dental ocorreu em virtude de um agravo potencialmente reversível, ou quando não se manifestam indícios sintomatológicos de processo inflamatório (Zhu *et al.*, 2014).

A exposição da polpa dentária em sua condição vital pode ser induzida por processos mecânicos e/ou traumáticos. A manutenção da vitalidade pulpar assume uma relevância primordial, visando à preservação do dente, bem como sua nutrição, inervação e resposta imunológica (Didilescu *et al.*, 2018).

O Hidróxido de Cálcio [Ca (OH) ²], tradicionalmente reconhecido por muito tempo como o padrão referencial para tais procedimentos, exibe propriedades antibacterianas e estimula o processo de cicatrização. No entanto, apresenta limitações de vedação eficaz, alta solubilidade e formação de dentina reparadora, podendo resultar em uma estrutura menos uniforme em comparação com a dentina primária (Didilescu *et al.*, 2018).

Mais recentemente, os cimentos à base de silicato de cálcio têm sido considerados o material mais apropriado para o capeamento pulpar, atuando como um substituto versátil para o tecido duro. Isso se deve à sua notável capacidade de bioatividade e biocompatibilidade demonstrada em estudos prévios, além de apresentarem excelente capacidade de selamento e manuseio (Davaie; Hooshmand; Ansarifard, 2021).

As características físico-químicas dos cimentos biocerâmicos desempenham um papel crucial na eficácia clínica desses materiais, bem como na sua durabilidade ao longo do tratamento. Dentre essas características, incluem-se a baixa solubilidade, porosidade, tempo de

presa e radiopacidade. O Mineral Trióxido Agregado (MTA), introduzido inicialmente, é composto por silicato tricálcio, aluminato tricálcio, óxido tricálcio, óxido de silicato e outros óxidos minerais, que, quando em contato com água, formam um pó hidrofílico. Baseado na formula inicial do MTA, surge o MTA HP que, de acordo com o fabricante, teve as propriedades químicas do MTA branco mantidas, assim como uma melhora em suas propriedades físicas relacionadas à manipulação e à resistência de união, quando comparado ao seu antecessor (Coaguila-Llerena *et al.,* 2020; Galarça *et al.,* 2018; Guimarães *et al.,* 2018; Torabinejad, Ford, 1996).

Demonstrando uma adaptação marginal favorável e propriedades altamente satisfatórias, surge o Biodentine sendo o mesmo recomendado para o tratamento de reparação de dentina, tanto na parte coronária, quanto radicular. Ele é especialmente utilizado em casos de perfurações, reabsorções, apicificações e também no preenchimento do canal radicular (Ravichandra, 2014).

O Bio-C Repair, apresenta inovações que resultam em uma aplicação mais conveniente, devido à sua forma pré-manipulada. Além disso, ele se caracteriza pela rápida dissociação do hidróxido de cálcio em íons Ca2+ e OH-, o que provoca um aumento significativo do pH no ambiente e estimula a formação de tecido duro de maneira eficaz (Angelus, 2021).

Visando avaliar a capacidade de biocompatibilidade e bioatividade de diferentes cimentos endodônticos bioativos na proteção do complexo dentina-polpa, sendo este um fator de extrema importância para o sucesso a longo prazo no tratamento de manutenção da vitalidade pulpar, é essencial reconhecer que a regeneração bem-sucedida apresenta o desafio de combinar de forma eficaz células-tronco com indutores eficientes, como os biomateriais (Margunato *et al.,* 2015).

Com a ampla utilização dos cimentos, o tempo de presa dos materiais é uma questão relevante na prática clínica, especialmente no selamento da cavidade após intervenções. Embora as propriedades mecânicas e biológicas tenham evoluído consideravelmente, a exposição inevitável de alguns materiais à base de silicato de cálcio a sangue ou fluídos teciduais pode comprometer a condição adequada, afetando todas as propriedades biológicas e mecânicas dos mesmos (Kim *et al.,* 2020).

Devido a discussão acerca dos biocerâmicos, faz-se necessário avaliara evolução dos cimentos, estimando a atividade biológica dos diferentes materiais sobre o complexo dentina-polpa (Dammaschke *et al.,* 2010; Gomes *et al.,* 2019).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar *in vivo*, a biocompatibilidade e a bioatividade dos cimentos biocerâmicos MTA, Biodentine e Bio-C Repair, quando utilizados na proteção do pulpar em dentes de ratos.

2.2 Objetivos específicos

a) avaliar com Micro-CT a adaptação e possíveis microinfiltrações dos referidos biomateriais;
b) quantificar células inflamatórias com base na morfologia celular e citoquímica;
c) quantificar formação ou ausência de ponte dentinária.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Aspectos éticos

O presente estudo foi submetido, aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes (protocolo CEUA/Unimontes nº024/2023 (ANEXO A) e desenvolvido no Biotério de Experimentação Animal da instituição (BCEA/Unimontes), respeitando os princípios éticos.

3.2 Seleção da amostra

Com base no delineamento dos estudos mencionados nesse projeto com metodologias validadas em estudos *in vivo* e experimentação de animais, a amostra foi constituída por três grupos, de 16 Ratos Wistar (*Rattus norvegicus Albinus*) machos cada, com idade em torno de 6 a 8 semanas e peso entre 240g a 260g.

O tamanho da amostra foi estimado utilizando estudos anteriores (Delfino *et al.,* 2020; Fonseca *et al.,* 2015) para detecção de diferença de 50% entre os grupos experimentais, considerando uma variabilidade de 20%, poder de teste de 90% e um erro alfa de 0,05 para reconhecer um valor significativo diferença (Cho *et al.,* 2013). Os animais foram disponibilizados pelo Biotério de Criação e Experimentação Animal da UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, CEBIO.

3.3 Preparo da amostra

Assim que os animais chegaram ao BCEA/Unimontes, os mesmos foram alocados na sala inicial de quarentena para conferência do atestado de saúde animal fornecido pelo CEBIO/UFMG, pesagem e transferência para as novas caixas onde passaram pela quarentena. A quarentena consiste em observar o animal antes do mesmo estar em um ambiente com outros animais, diante disso, alguns cuidados são tomados como: Triatox (MSD, Saúde Animal) na maravalha, sendo este um sarnicida e piolhicida, alimentação com água e ração, vermífugo diluído nas próprias mamadeiras com a concentração de Albendazole 10% (Labovet - 0,6 ml para cada 100 ml de água) nas primeiras 24h.

O manejo dos animais consiste na troca da maravalha, ração, água e limpeza das caixas, diante da necessidade dos animais foi definido como ideal manejo três vezes na semana. Após

quinze dias de quarentena, os animais não apresentavam alteração e encontravam-se saudáveis, assim, foram realocados para a sala de experimentação do BCEA/Unimontes, onde foi realizada nova pesagem, e sorteio aleatório para definição dos grupos, bem como identificação de cada animal, sendo estes marcados e identificados por: cauda (CAU), cabeça (CAB), dorso (DOR) e sem marcação (SM). Os animais foram mantidos em ambiente com temperatura entre 22ºC e 24ºC, com ciclo de luz controlado (12 horas claro e 12 horas escuro) e em gaiolas coletivas (quatro ratos por gaiola). Cada comedouro e bebedouro recebeu ração e água filtrada *ad libitum*, respectivamente, com manejo realizado três vezes na semana.

Após todos os devidos cuidados, os animais sob efeito da sedação por via intraperitoneal (I.P), com associação de Cetamina (CEVA, Düsseldorf, Alemanha) e Xilazina (CEVA, Düsseldorf, Alemanha), sendo Xilazina 10 mg/Kg e Cetamina 90 mg/Kg, foram submetidos a cirurgia de acesso nos dentes selecionados, primeiro molar superior esquerdo de cada animal. Previamente ao acesso, os mesmos foram limpos mecânico quimicamente com mini escova de Robson, digluconato de clorexidina (0,1%, Chlorhexamed-Fluid, linha GlaxoSmithK, Bühl, Alemanha), e isolamento relativo com roletes de algodão, pois o uso do dique de borracha não foi possível, devido ao tamanho dos roedores.

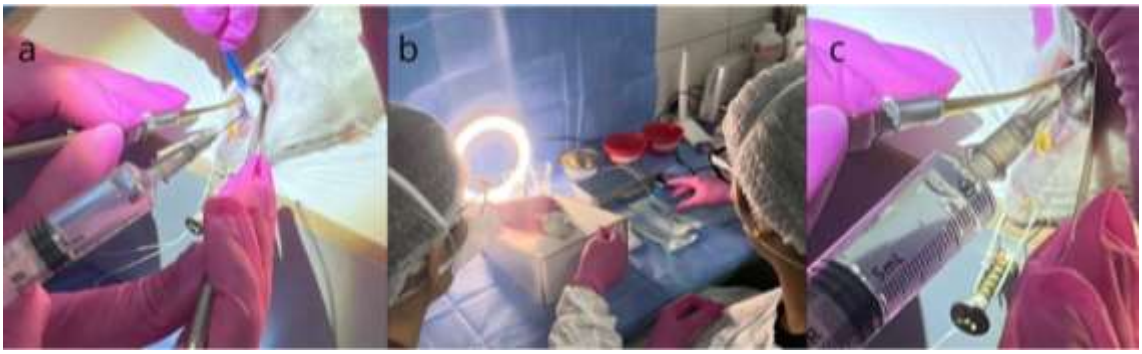
Assim, foi realizado o preparo das cavidades oclusais dos primeiros dentes molares superiores, sem cáries, à esquerda. Para isso, foi utilizada uma peça de mão micromotora acoplada a uma micro broca diamantada cilíndrica (Ponta diamantada PM- Microdont, nº 1), operando a uma rotação máxima de 3.000 rotações por minuto (RPM), até atingir a proximidade da câmara pulpar. Durante o procedimento houve refrigeração constante por meio de uma seringa com soro fisiológico, sugador e controle de umidade com bastonete de haste flexível com ponta revestida de algodão estéril, para que o animal não aspirasse fluídos. Em seguida, os tetos das câmaras pulpares foram perfurados com micro sonda afiada Sonda Rhein nº 1 – Golgran (São Caetano do Sul, São Paulo). O sangue presente na cavidade pulpar foi estancado com pontas de papel absorvente estéril (MK Life, Porto Alegre, RS). Para assegurar a completa remoção dos resíduos que possam interferir, foi realizada uma lavagem minuciosa com solução salina, seguida por secagem com bolinha de algodão estéril, sendo assim, aplicado o material biocerâmico sob o acesso, de acordo com cada grupo. Todas as cavidades foram restauradas após o capeamento com um compósito de Ionômero de Vidro Ionseal – Voco (Germany) fotoativado por 20 segundos, segundo o fabricante com fotopolimerizador Radii-Cal (SDI, Itajaí, SC). Foi realizada analgesia dos animais por 3 dias consecutivos após o procedimento utilizando Cetoprofeno (Eurofarma) na dose de 5 mg/Kg via subcutânea.

Figura 1: Imagens do procedimento operatório de capeamento em ratos

Legenda: (A) Dente após exposição pulpar; (B) Dente após receber o material biocerâmico sob isolamento relativo; (C) Selamento coronário com cimento de ionômero de vidro.

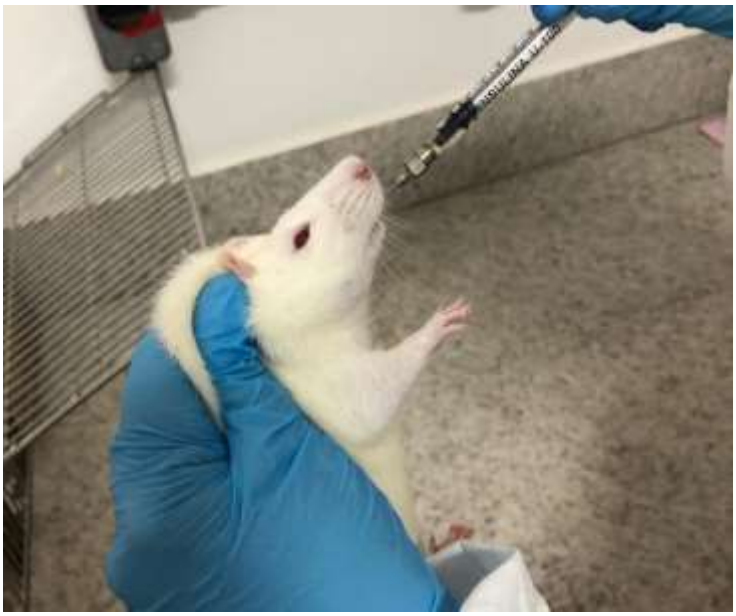
Fonte: Arquivo pessoal da autora

Figura 2: (A) Imagem do procedimento operatório; (B) (C) bancada clínica estéril com acesso pulpar sob irrigação constante



Fonte: Arquivo pessoal da autora

Figura 3: Analgesia dos animais após o procedimento utilizando Cetoprofeno (Eurofarma) via subcutânea



Fonte: Arquivo pessoal da autora

3.3.1 Divisão dos grupos

Os animais foram sorteados aleatoriamente nos seguintes grupos: (1) com intervenção e terapêutica de White MTA (Angelus, Londrina, Brasil); (2) com intervenção e terapêutica de Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fosses, França); (3) com intervenção e terapêutica de Bio-C Repair (Angelus, Londrina, Brasil).

3.3.2 White MTA

White mineral trioxide aggregate – MTA (Angelus, Londrina, Brasil). Conforme recomendações do fabricante, o White MTA foi manipulado na proporção de uma cápsula de pó de 0,085 g (uma embalagem) e duas gotas de líquido. Após espatulação, o White MTA foi levado a exposição pulpar com auxílio de um Aplicador de MTA 00,6 mm – (Angelus, Londrina, Brasil) e condensado com cone de papel absorvente estéril.

3.3.3 Biodentine

Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fosses, França). Conforme recomendações do fabricante, foi dispensado cinco gotas do líquido do material, presente em uma ampola, no pó,

localizado em uma cápsula. A cápsula foi colocada em um amalgamador durante 30 segundos e, após isso, o material foi levado a exposição pulpar seguindo os mesmos passos do White MTA.

3.3.4 Bio-C Repair

Bio-C Repair (Angelus, Soluções odontológicas, Londrina, Brasil). De acordo com as recomendações do fabricante, o Bio-C Repair, material pré-manipulado, foi levado a exposição pulpar seguindo os mesmos passos do White MTA.

Figura 4: Animais separados no rack de acordo com os grupos sorteados: White MTA – Placa amarela; Biodentine – Placa verde; Bio-C Repair – Placa rosa

Fonte: Arquivo pessoal da autora

Figura 5: Materiais biocerâmicos utilizados neste estudo

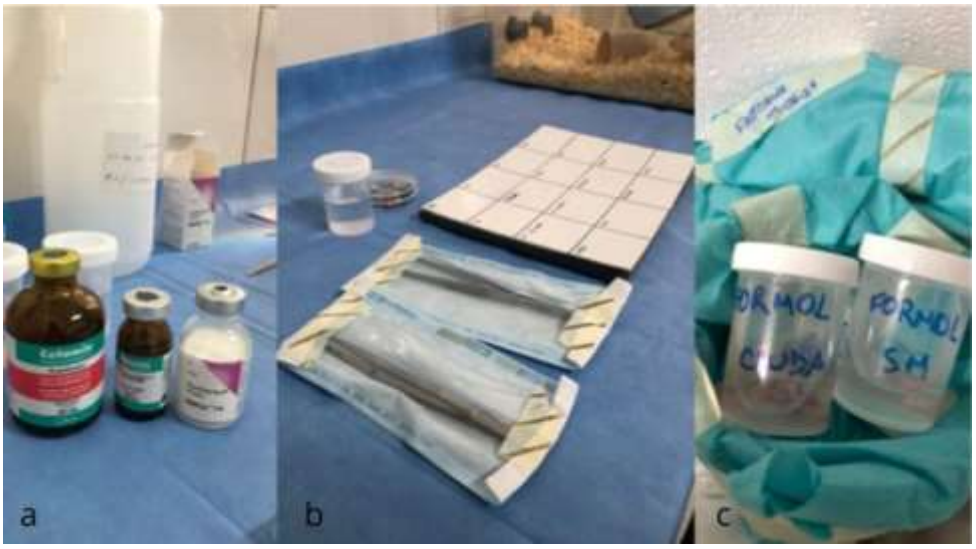
Fonte: Arquivo pessoal da autora

3.4 Método de eutanásia

Decorrido o período pré-determinado de acordo com os estudos previamente mencionados - 60 dias -, a eutanásia nos animais foi realizada por meio de utilização de anestésicos injetáveis Xilazina 10 mg/Kg e Cetamina 90 mg/Kg Fármacos: Xilazina 2% (20 mg/mL) e Cetamina 10% (100 mg/mL) administrada via intraperitoneal (CEUA/UNIFESP – 2019), associado a utilização do anestésico geral injetável Tiopental Sódico (Pentovet) na dose letal de 120mg/Kg via intracardiaca. Este método causa a depressão do Sistema Nervoso Central (SNC) descendente com perda da consciência, progredindo para anestesia, apneia e parada cardíaca, causando mínimo desconforto ao animal (CEUA/UNIFESP _ 2019), sendo um método de eutanásia recomendado pelo CONCEA. A eutanásia foi realizada por médico veterinário treinado, assim como a confirmação da morte do animal.

Deste modo, foi removida toda a pele correspondente à face do animal e com dois cortes realizados com tesoura (Golgran, São Caetano do Sul, SP, Brasil) no ângulo da boca, foi realizada a separação da mandíbula e maxila. Empregando uma lâmina intercambiável nº 15 (Lamedid Comercial e Serviços LTDA, Barueri, SP, Brasil), montada em cabo de bisturi (Golgran, São Caetano do Sul, SP, Brasil), uma incisão em profundidade ao nível do plano sagital mediano foi executada, separando a maxila direita da esquerda. Empregando-se novamente uma tesoura, outro corte de modo a tangenciar a borda da maxila foi necessário, removendo os tecidos em excesso, possibilitando a obtenção das hemimaxilas com os primeiros molares superiores, que foram imediatamente colocadas em frascos individuais devidamente identificados, contendo solução de formaldeído a 4%, tamponada.

Figura 6: Bancada clínica para eutanásia



Legenda: (A) Anestésicos; (B) Materiais estéreis; (C) Hemimaxilas acondicionadas em fracos individuais

Fonte: Arquivo pessoal da autora

3.5 Micro-CT

A aquisição das imagens foi realizada no equipamento de u-TC (MILabs, Houten, HOLl). Foi utilizada a configuração de Ultra focus (UF, kV = 60, mA = 0.28, ms = 40), a fim de obter a melhor resolução de imagem possível. A peça anatômica foi colocada sobre a superfície da plataforma de trabalho do µ-TC e inserida no aparelho para aquisição das imagens tomográficas. A reconstrução da imagem das peças foi realizada pelo software de reconstrução MILabs Reconstruction versão 13.12 (MILabs, Houten, HOL), reconstruindo a região de interesse que abrangia toda área da maxila (Voxel size de 20 microns, utilizando filtro de projeção de Hann).

As imagens bidimensionais e a segmentação tridimensional de cada peça anatômica foram realizadas com o auxílio do software IMALYTICS Preclinical 3.0 (Gremse-IT, Berlin, ALE). A partir da segmentação foi realizada a observação anatomopatológica da presença do biomaterial com mensurações da área da presença do biomaterial referente a cada grupo.

A região de interesse foi delimitada entre a superfície dentinária e o material de capeamento pulpar (Alzahrani *et al.*, 2023). Após os exames, 11 espécimes que apresentaram ausência de selamento coronário, ausência de material biocerâmico, trincas, fraturas, lesões periapicais e/ou outras condições que impossibilitassem a correta avaliação histológica foram excluídos do estudo.

Figura 7: Fixação dos espécimes em suporte para aquisição de imagens

Fonte: Arquivo pessoal da autora

3.6 Imunohistologia

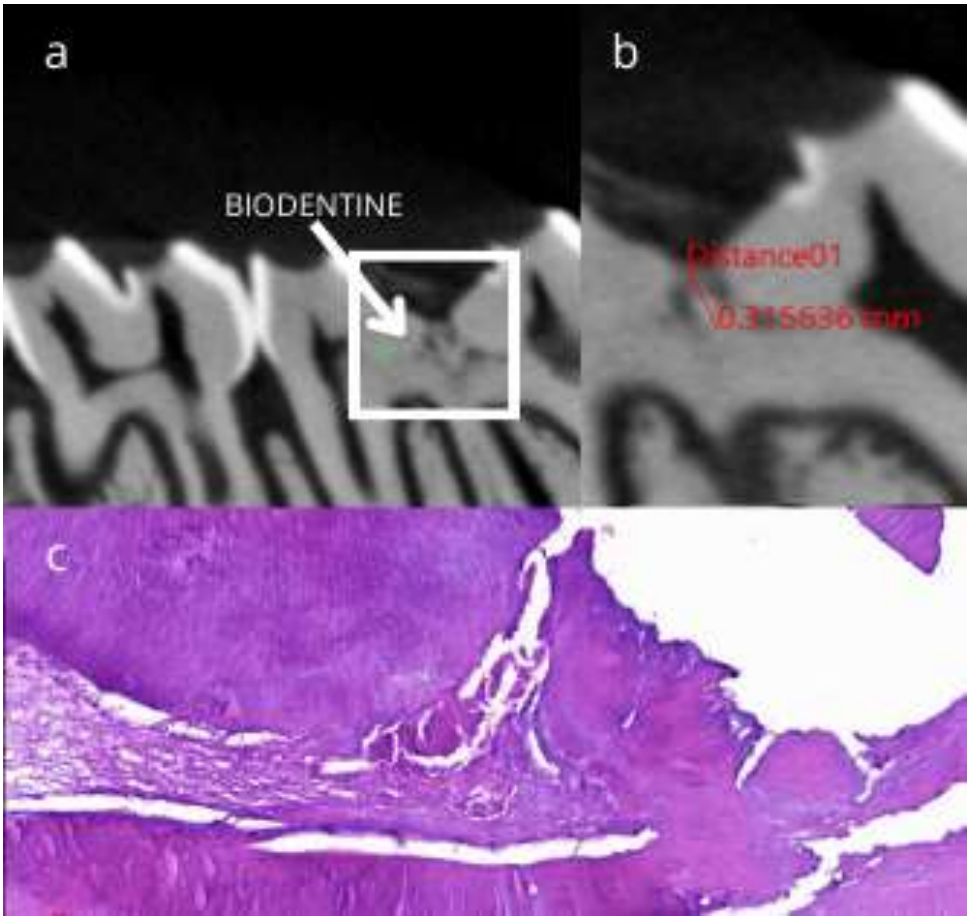
Os dentes molares superiores foram dissecados, fixados em paraformaldeido (4%), desmineralizados por 04 semanas com ácido clorídrico a 5%. Posteriormente, as peças foram lavadas em água corrente, desidratadas em álcool, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. A orientação no momento da inclusão permitiu a realização de cortes teciduais dos molares superiores e estruturas de suporte em seu sentido longitudinal, de vestibular para lingual.

Os cortes histológicos advindos dos molares superiores esquerdos foram submetidos à técnica de coloração Hematoxilina-eosina (HE). Para a análise das amostras, utilizou-se o Microscópio Óptico Motic Infinity 60, configurado no modo de campo claro com iluminação Kohler para garantir uma iluminação uniforme e uma melhor resolução de contraste nas imagens. As amostras foram montadas em lâminas de vidro e cobertas com lamínulas, assegurando uma superfície uniforme para observação. Após a preparação, o microscópio foi ajustado com a objetiva de 40x para alcançar o aumento de 400x, sendo o foco e o contraste refinados conforme necessário para uma melhor visualização das estruturas analisadas. As imagens obtidas permitiram uma avaliação detalhada da morfologia e da organização estrutural das amostras, fornecendo dados importantes sobre a topografia e a composição observada. O processo inflamatório e a desorganização celular foram analisados de forma semelhante a estudos prévios (Benetti *et al.*, 2017; Benetti *et al.*, 2018), considerando a intensidade e distribuição no tecido pulpar, em conformidade com o número médio aproximado de células inflamatórias presentes por campo:

a) Resposta inflamatória:
   - ausência ou poucas células inflamatórias;
   - leve (Uma média < 10 células inflamatórias);
   - moderada (Uma média de 10 -25 células inflamatórias);
   - severa (Uma média > 20 células inflamatórias).

b) Formação de ponte dentinária (Dentin bridge formation):
   - ponte dentinária consistente;
   - ponte dentinária em formação;
   - sem formação de ponte dentinária.

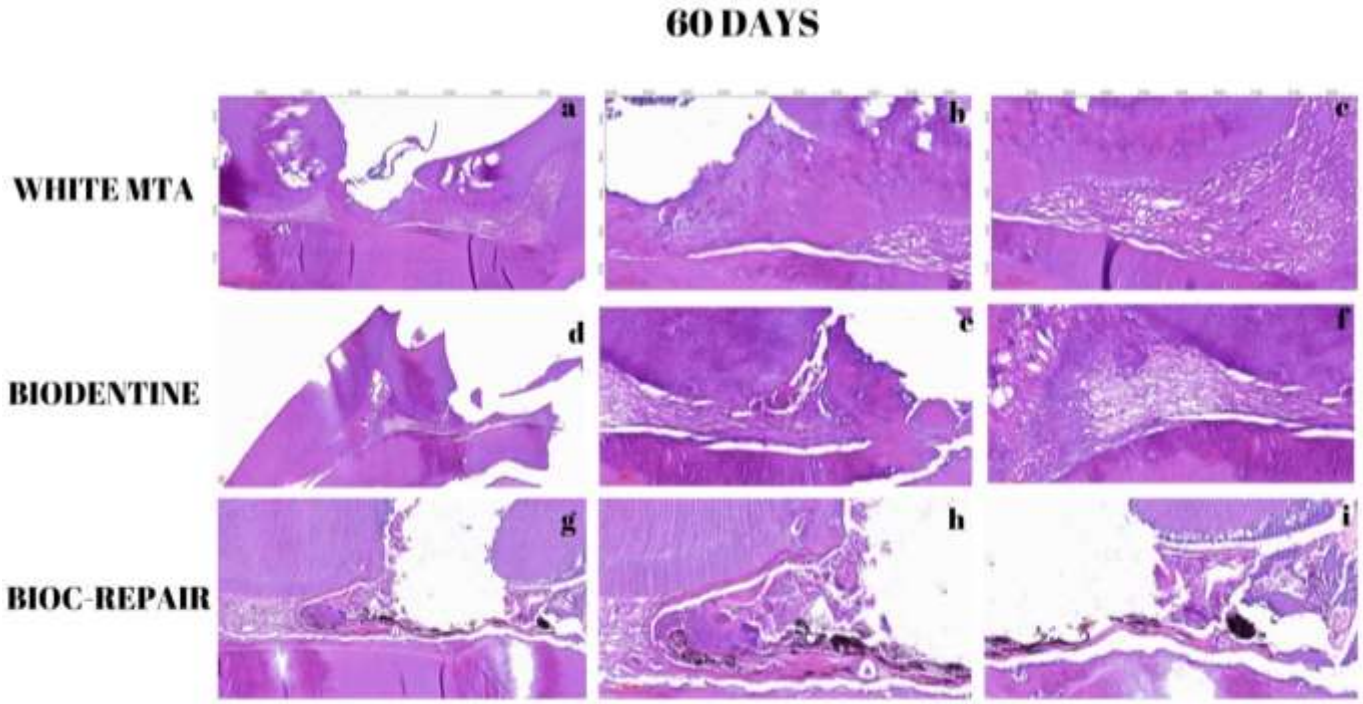
Figura 8: Micro-CT associado a histologia



Legenda: (A) O exame de imagem evidenciou que é possível observar a região onde foi realizada a exposição pulpar e a inserção do material de reparo. (B) Além disso, a área de preenchimento do material foi mensurada. (C) Corte histológico destacando presença de pequena desorganização tecidual da camada odontoblástica, presença de odontoblastos circundantes a pré-dentina, com características próximas ao tecido pulpar normal, além da formação de ponte dentinária espessa.

Fonte: Arquivo pessoal da autora

Figura 9: Comparativo histológico dos grupos



Legenda: Cortes histológicos submetidos à técnica de coloração Hematoxilina-eosina (HE). Para a análise das amostras, utilizou-se o Microscópio Óptico Motic Infinity 60, imagens (A), (D), (G) com aumento em 200 µm, imagens (B), (C), (E), (F), (H), (I) com aumento de 50 µm.

Fonte: Arquivo pessoal da autora

3.7 Análise estatística

A análise com o teste Qui-Quadrado de Pearson evidenciou que houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre os grupos, onde Bio-C repair apresentou uma maior quantidade de células inflamatórias, sem formação de ponte dentinária. Os grupos MTA e Biodentine apresentaram em sua maioria resposta inflamatória de leve a moderada, com presença acentuada de formação de ponte dentinária e preservação das camadas de pré-dentina e odontoblastos.

4 ARTIGO CIENTÍFICO

Cimentos biocerâmicos e sua influência no capeamento pulpar direto: um estudo *in vivo*

Artigo escrito nas normas do **Journal of Endodontics (Qualis A1).**

Normas para submissão de artigos podem ser encontradas no seguinte endereço eletrônico:

https://www.aae.org/specialty/publications-research/journal-of-endodontics/joeauthors/guidelines-publishing-papers-joe/

Os cimentos biocerâmicos e sua influência no capeamento pulpar direto: um estudo *in vivo*

Fabiana Dantas Meirelles[1], Frank Ferreira Silveira[2]

[1] Mestranda, Pós-Graduação em Odontologia, Área de Concentração em Clínicas Odontológicas, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.
[2] Professor Adjunto, Departamento de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Autor correspondente: Dr. Frank Ferreira Silveira, Av. Dom José Gaspar, 500, Prédio 46, Sala 101 – Coração Eucarístico, Belo Horizonte/MG, Brasil. CEP: 30535-901, Telefone: +55 31 3319-4414, E-mail: frankfoui@uol.com.br

RESUMO

Introdução: A manutenção do tecido pulpar vital assume um papel indispensável para a preservação do dente, bem como a nutrição, inervação e resposta imunológica. O procedimento de capeamento pulpar visa preservar a vitalidade da polpa dentária, impedindo que um processo inflamatório irreversível se instale. **Objetivo:** O objetivo desse estudo foi avaliar por método de microtomografia computadorizada e imunohistologia a biocompatibilidade e bioatividade de diferentes cimentos biocerâmicos: MTA White, Biodentine e Bio-C Repair, de acordo com formação de pontes de dentina e quantificação de células inflamatórias. **Métodos:** Foi realizado um estudo *in vivo*, com a amostra de três grupos, de 16 Ratos *Wistar* cada, onde tiveram os primeiros molares superiores esquerdos submetidos a exposição pulpar provocada e capeamento pulpar direto com os cimentos biocerâmicos. Após, restaurados com cimento de ionômero de vidro fotoativado. O período de análise foi de 60 dias após capeamento pulpar direto, foi realizado a eutanásia, onde os animais tiveram seus hemiarcos esquerdos removidos, acondicionados em paraformaldeido (4%), seguidos de exames de microtomografia computadorizada. Assim, foi dado início ao processo de descalcificação dos espécimes em ácido clorídrico a 5% por 4 semanas. Os mesmos foram lavados em água corrente, desidratados em álcool, diafaniazadas em xilol e incluídos em parafina. A orientação no momento da inclusão permitiu a realização de cortes teciduais dos molares superiores e estruturas de suporte em seu sentido longitudinal, de vestibular para lingual. Os cortes histológicos advindos dos hemiarcos superiores esquerdos foram submetidos à técnica de coloração Hematoxilina-eosina (HE). **Análise estatística:** A análise com o teste Qui-Quadrado de Pearson evidenciou que houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre os grupos, onde Bio-C repair apresentou uma maior quantidade de células inflamatórias, sem formação de ponte dentinária. **Resultados:** Os grupos MTA e Biodentine apresentaram em sua maioria resposta inflamatória de leve a moderada, com presença acentuada de formação de ponte dentinária e preservação das camadas de pré-dentina e odontoblastos.

PALAVRAS-CHAVE: Endodontia; Biocerâmicos; Capeamento pulpar; MTA; Silicato de cálcio.

INTRODUÇÃO

O objetivo do capeamento pulpar é promover a recuperação da polpa dentária vital que foi acometida de forma reversível, empregando substâncias bioativas para assegurar a formação de tecido mineralizado e/ou ponte de dentina que induza o processo de reparação[1].

A Terapia Pulpar Vital (TPV) é frequentemente negligenciada em casos de cáries profundas com exposição pulpar, apesar de estudos recentes indicarem seu sucesso com o uso de materiais biocompatíveis, mesmo em dentes maduros com polpa inflamada[2]. A exposição da polpa dentária pode ocorrer por processos mecânicos ou traumáticos, e a manutenção da vitalidade pulpar é crucial para a preservação do dente, permitindo manter sua nutrição, inervação e resposta imunológica[3].

O Hidróxido de Cálcio [Ca (OH)²] é amplamente reconhecido por suas propriedades antibacterianas e capacidade de estimular a cicatrização, mas apresenta limitações como vedação ineficaz e alta solubilidade, o que pode resultar em uma dentina reparadora menos uniforme[3]. Em contraste, os cimentos à base de silicato de cálcio têm se destacado recentemente como o material de primeira escolha para capeamento pulpar devido à sua bioatividade, biocompatibilidade e excelente capacidade de selamento e manuseio[4].

As características físico-químicas dos cimentos biocerâmicos, como baixa solubilidade, porosidade, tempo de presa e radiopacidade, são cruciais para sua eficácia clínica e durabilidade. O tempo de presa dos materiais é uma questão relevante na prática clínica, onde se espera um adequado selamento da cavidade após intervenções. Embora as propriedades mecânicas e biológicas tenham evoluído consideravelmente, a exposição inevitável de alguns materiais à base de silicato de cálcio a sangue ou fluídos teciduais pode comprometer a condição adequada, afetando todas as propriedades biológicas e mecânicas[5].

O Mineral Trióxido Agregado (MTA) é um pó hidrofílico formado por vários óxidos minerais. O Biodentine, com adaptação marginal favorável, é recomendado para reparação de dentina, tanto na parte coronária, quanto radicular, em casos de perfurações, reabsorções, apicificações e preenchimento de canais radiculares. O Bio-C Repair, recentemente desenvolvido, é pré-manipulado, dissocia rapidamente em íons Ca^{2+} e OH^{-}, aumentando o pH e estimulando a formação de tecido duro de maneira eficaz[6-8].

É fundamental monitorar a evolução dos cimentos e as melhorias em suas propriedades físico-químicas, avaliando a atividade biológica dos diversos materiais sobre o complexo dentina-polpa, devido à evolução constante em aspectos como adaptação, selamento marginal, solubilidade e formação de pontes de dentina[9]. Considerando a aplicabilidade clínica dos cimentos à base de silicato de cálcio no capeamento pulpar direto e suas excelentes

propriedades, estudos são necessários para avaliar suas características e diferenças, especialmente nos materiais recém disponibilizados comercialmente. Portanto, este estudo tem como objetivo verificar, *in vivo*, a biocompatibilidade e bioatividade dos cimentos biocerâmicos MTA, Biodentine e Bio-C Repair

MATERIAL E MÉTODOS

Seleção da amostra

Após aprovação pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes (protocolo CEUA/Unimontes nº 24/2023, a amostra foi constituída por três grupos, de 16 Ratos Wistar (*Rattus norvegicus Albinus*) machos cada, com idade em torno de 6 a 8 semanas e peso entre 240g a 260g, totalizando 48 animais, como referência e validação de estudos previamente publicados[10-12]. O projeto foi desenvolvido no Biotério de Experimentação Animal da instituição (BCEA/Unimontes), respeitando os princípios éticos. Os animais foram disponibilizados pelo Biotério de Criação e Experimentação Animal da UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, CEBIO.

Preparação da amostra

Inicialmente os animais foram alocados na sala de quarentena, após constatação de normalidade foram realocados para a sala de experimentação, com nova pesagem e sorteio aleatório para definição de grupos, bem como identificação de cada animal, sendo estes marcados e identificados por: cauda (CAU), cabeça (CAB), dorso (DOR) e sem marcação (SM). Os animais foram mantidos em ambiente com temperatura entre 22ºC e 24ºC, com ciclo de luz controlado (12 horas claro e 12 horas escuro) e em gaiolas coletivas (quatro ratos por gaiola). Em cada comedouro e bebedouro foi disponibilizado ração e água filtrada *ad libitum*, respectivamente, com manejo realizado três vezes na semana.

Procedimento

Os animais foram sorteados aleatoriamente nos seguintes grupos: (1) com intervenção e terapêutica de White MTA (Angelus, Londrina, Brasil), (2) com intervenção e terapêutica de Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fosses, França), (3) com intervenção e terapêutica de Bio-C Repair (Angelus, Londrina, Brasil). Conforme recomendações do fabricante foram manipulados e inseridos nas cavidades preparadas.

Os animais sob efeito da sedação por via intraperitoneal (I.P), com associação de Cetamina (CEVA, Düsseldorf, Alemanha) e Xilazina (CEVA, Düsseldorf, Alemanha), sendo

Xilazina 10 mg/Kg e Cetamina 90 mg/Kg foram submetidos ao procedimento, os dentes foram limpos mecânico quimicamente com mini escova de Robson, digluconato de clorexidina (0,1%, Chlorhexamed-Fluid, linha GlaxoSmithK, Bühl, Alemanha), seguido de isolamento relativo com roletes de algodão. A cirurgia de acesso nos dentes selecionados foi realizada utilizando uma peça de mão micromotora acoplada a uma micro broca diamantada cilíndrica (Ponta diamantada PM- Microdont, nº1), operando a uma rotação máxima de 3.000 rotações por minuto (RPM), até atingir a proximidade da câmara pulpar. Durante o procedimento houve refrigeração constante por meio de uma seringa com soro fisiológico, sugador e controle de umidade com bastonete de haste flexível com ponta revestida de algodão estéril, para que o animal não aspirasse fluídos. Em seguida, os tetos das câmaras pulpares foram perfurados com uma micro sonda Rhein afiada nº 1 (Golgran, São Caetano do Sul, SP). O sangue presente na cavidade pulpar foi estancado com pontas de papel absorvente estéril (MK Life, Porto Alegre, RS). Para assegurar a completa remoção dos resíduos foi realizada uma lavagem minuciosa com solução salina, seguida por secagem com bolinha de algodão estéril, aplicado na exposição o material biocerâmico, de acordo com cada grupo. A seguir, todas as cavidades foram restauradas pós capeamento com cimento de Ionômero de Vidro Ionseal (Voco, Porto Alegre, RS) fotoativado por 20 segundos, segundo o fabricante com fotopolimerizador Radii-Cal (SDI, Itajaí, SC). Foi realizada analgesia dos animais por 3 dias consecutivos após o procedimento utilizando Cetoprofeno (Eurofarma) na dose de 5 mg/Kg via subcutânea.

Método de eutanásia

Após 60 dias a eutanásia nos animais foi realizada por meio de utilização de anestésicos injetáveis Xilazina 10 mg/Kg e Cetamina 90 mg/Kg Fármacos: Xilazina 2% (20 mg/mL) e Cetamina 10% (100 mg/mL) administrada via intraperitoneal (CEUA/UNIFESP – 2019), associado a utilização do anestésico geral injetável Tiopental Sódico (Pentovet) na dose letal de 120mg/Kg via intracardiaca. Este método causa a depressão do Sistema Nervoso Central (SNC) descendente com perda da consciência, progredindo para anestesia, apneia e parada cardíaca, causando mínimo desconforto ao animal (CEUA/UNIFESP _ 2019), sendo um método de eutanásia recomendado pelo CONCEA. A eutanásia foi realizada por médico veterinário treinado, assim como a confirmação da morte do animal. Deste modo, foi removida toda a pele correspondente à face do animal e com dois cortes realizados com tesoura (Golgran, São Caetano do Sul, SP) no ângulo da boca, foi realizada a separação da mandíbula e maxila. Empregando uma lâmina intercambiável nº 15 (Lamedid Comercial e Serviços LTDA, Barueri, SP, Brasil), montada em cabo de bisturi (Golgran, São Caetano do Sul, SP), uma incisão em

profundidade ao nível do plano sagital mediano foi executada, separando a maxila direita da esquerda. Empregando-se novamente uma tesoura, outro corte de modo a tangenciar a borda da maxila foi necessário, removendo os tecidos em excesso, possibilitando a obtenção das hemimaxilas com os primeiros molares superiores, que foram imediatamente colocadas em frascos individuais devidamente identificados, contendo solução de formaldeído a 4%, tamponada.

Micro-CT

A aquisição das imagens foi realizada no equipamento de u-TC (MILabs, Houten, HOLl). Foi utilizada a configuração de Ultra focus (UF, kV = 60, mA = 0.28, ms = 40), a fim de obter a melhor resolução de imagem possível. A peça anatômica foi colocada sobre a superfície da plataforma de trabalho do µ-TC e inserida no aparelho para aquisição das imagens tomográficas. A reconstrução da imagem das peças foi realizada pelo software de reconstrução MILabs Reconstruction versão 13.12 (MILabs, Houten, HOL), reconstruindo a região de interesse que abrangia toda área da maxila (Voxel size de 20 microns, utilizando filtro de projeção de Hann).

As imagens bidimensionais e a segmentação tridimensional de cada peça anatômica foram realizadas com o auxílio do software IMALYTICS Preclinical 3.0 (Gremse-IT, Berlin, ALE). A partir da segmentação foi realizada a observação anatomopatológica da presença do biomaterial com mensurações da área da presença do biomaterial referente a cada grupo.

A região de interesse foi delimitada entre a superfície dentinária e o material de capeamento pulpar. Após os exames, devido ao tamanho do dente, cavidade e hábitos alimentares dos roedores, os espécimes que apresentavam ausência de selamento coronário, ausência de material biocerâmico, trincas, fraturas, lesões periapicais e/ou outras condições que impossibilitassem a correta avaliação histológica foram excluídos do estudo.

Imunohistologia

As maxilas superiores esquerdas foram dissecadas, fixadas em paraformaldeido (4%), desmineralizados por 4 semanas com ácido clorídrico a 5%. Posteriormente, as peças foram lavadas em água corrente, desidratadas em álcool, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. A orientação no momento da inclusão permitiu a realização de cortes teciduais das maxilas superiores esquerdas em seu sentido longitudinal, de vestibular para lingual.

Os cortes histológicos advindos das maxilas superiores esquerdas foram submetidos à técnica de coloração Hematoxilina-eosina (HE). Para a análise das amostras, utilizou-se o

Microscópio Óptico Motic Infinity 60, configurado no modo de campo claro com iluminação Kohler para garantir uma iluminação uniforme e uma melhor resolução de contraste nas imagens. As amostras foram montadas em lâminas de vidro e cobertas com lamínulas, assegurando uma superfície uniforme para observação. Após a preparação, o microscópio foi ajustado com a objetiva de 40x para alcançar o aumento de 400x, sendo o foco e o contraste refinados conforme necessário para uma melhor visualização das estruturas analisadas. As imagens obtidas permitiram uma avaliação detalhada da morfologia e da organização estrutural das amostras, fornecendo dados importantes sobre a topografia e a composição observada. O processo inflamatório e a desorganização celular foram analisados de forma semelhante a estudos prévios[13], considerando a intensidade e distribuição no tecido pulpar, em conformidade com o número médio aproximado de células inflamatórias presentes, bem como formação de pontes de dentina.

RESULTADOS

A análise das tabelas 1 e 2 aborda a quantificação de células inflamatórias por campo, com aumento microscópico de 50 µm. Observou-se uma diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre os grupos, sendo que o Bio-C repair apresentou uma quantidade maior de células inflamatórias, de forma severa e associada à necrose pulpar. Além disso, o Bio-C Repair não demonstrou formação de ponte dentinária (Tabelas 3 e 4). Por outro lado, os grupos MTA e Biodentine apresentaram, em sua maioria, uma resposta inflamatória de leve a moderada, com presença acentuada de formação de ponte dentinária e preservação das camadas de pré-dentina e odontoblastos.

TABELA 1 - Células inflamatórias de acordo com o biomaterial

Biomateriais	Leve	Moderada	Necrose parcial	Severa	TOTAL
	<10	10 a 25	<20	<25	
BIOC-REPAIR	0	0	8	5	13
BIODENTINE	9	2	0	0	11
MTA	10	2	0	3	15
TOTAL	19	4	8	8	39

Os números representam a contagem de células inflamatórias por campo

TABELA 2 - Teste qui-quadrado

Células inflamatórias	Valor	Df	Significância Sig. (2 lados)
Qui-quadrado de Pearson	32,244[a]	6	,001
Razão de verossimilhança	42,657	6	,001
N de Casos Válidos	39		

.9 células (75,0%) esperavam uma contagem menor que 5. A contagem mínima esperada é 1,13.

TABELA 3 - Formação de ponte dentinária

Biomateriais	Ponte dentinária consistente	Sem formação de PD	TOTAL
BIOC-REPAIR	0	13	13
BIODENTINE	11	0	11
MTA	11	4	15
TOTAL	22	17	39

TABELA 4 - Testes qui-quadrado

Ponte Dentinária	Valor	Df	Significância Sig. (2 lados)
Qui-quadrado de Pearson	27,071[a]	2	,001
Razão de verossimilhança	36,025	2	,001
N de Casos Válidos	39		

a. 1 células (16,7%) esperavam uma contagem menor que 5. A contagem mínima esperada é 4,79.

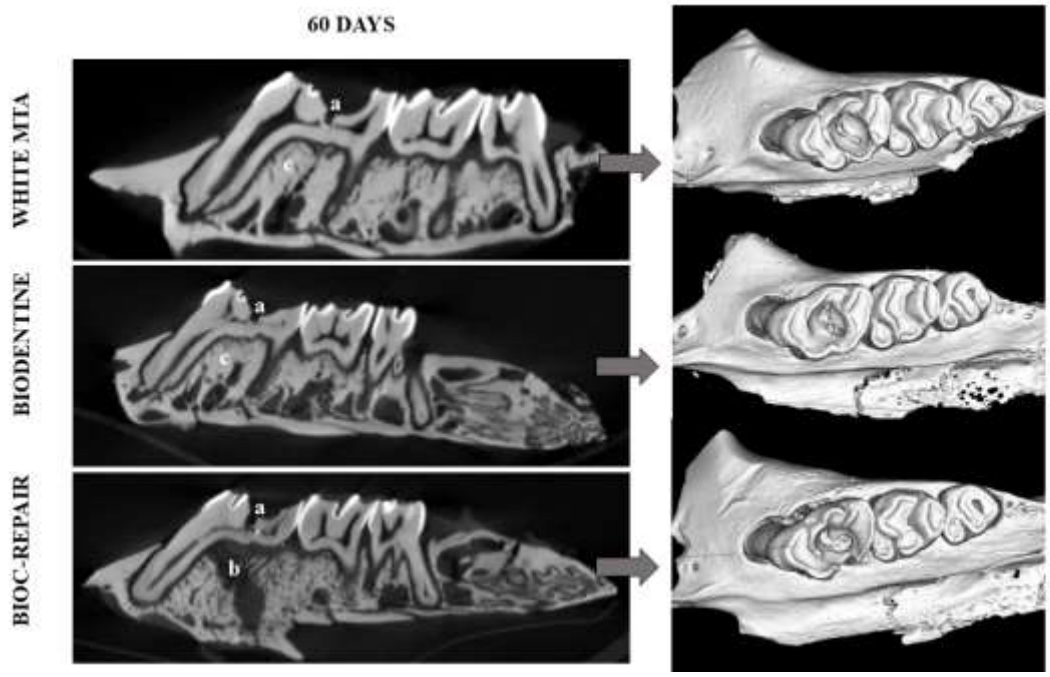


Figura 1. As imagens de microtomografia computadorizada mostram, em corte sagital, o local de exposição pulpar (a), lesão radiolúcida na região de furca (b) e preservação de tecido ósseo (c). As setas, respectivamente, representam a reconstrução 3D das hemiarcadas de cada grupo.

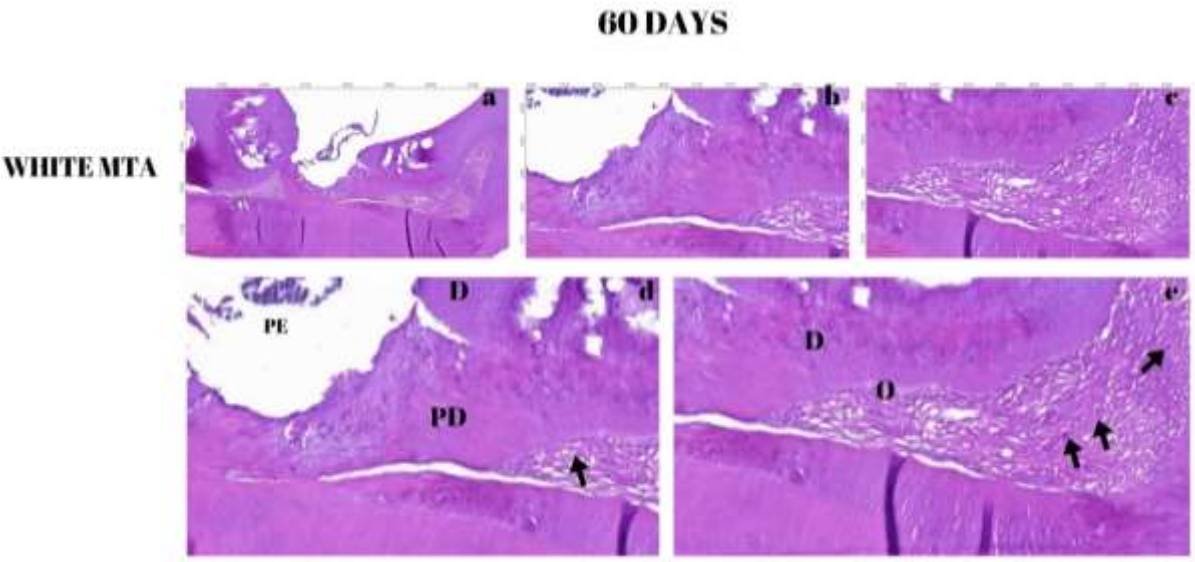


Figura 2. As cápsulas exibem várias células inflamatórias (setas), provavelmente linfócitos, células plasmáticas e macrófagos. Local de exposição pulpar (PE), Dentina primária (D), Ponte de dentina reparadora completa (PD), Células semelhantes a odontoblastos circundando a pré-dentina (O).

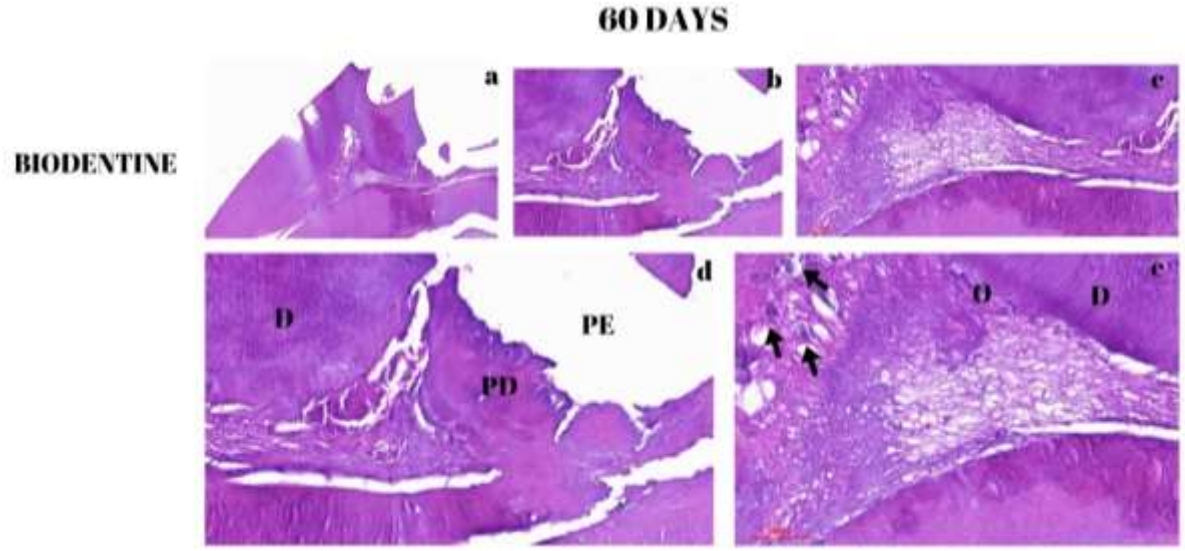


Figura 3. As cápsulas exibem várias células inflamatórias (setas), provavelmente linfócitos, células plasmáticas e macrófagos. Local de exposição pulpar (PE), Dentina primária (D), Ponte de dentina reparadora completa (PD), Células semelhantes a odontoblastos circundando a pré-dentina(O).

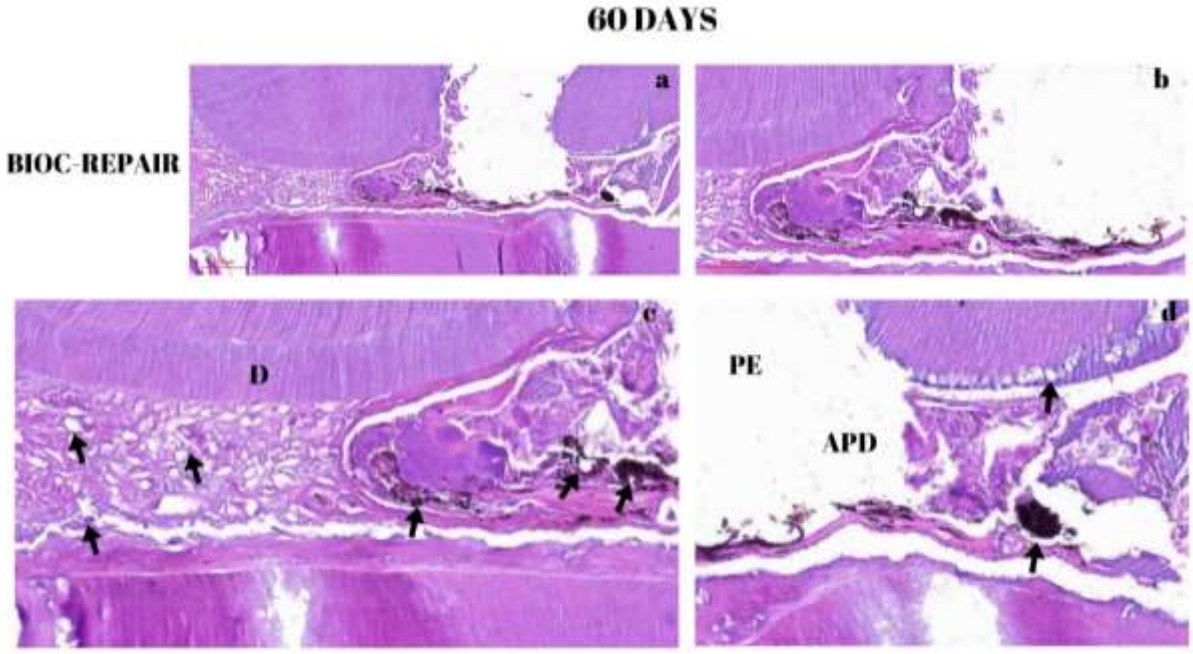


Figura 4. As cápsulas mostram várias células inflamatórias (setas), provavelmente linfócitos, células plasmáticas e macrófagos, desorganização celular acentuada e áreas de necrose. Local de exposição pulpar (PE), Dentina primária (D), Ausência de ponte de dentina reparadora completa(APD).

DISCUSSÃO

Inúmeros estudos destacaram o Hidróxido de Cálcio como padrão ouro em proteção do complexo dentina-polpa, entretanto, várias limitações são citadas, como: a existência de túneis na barreira de dentina, obliteração da câmara pulpar, notável solubilidade em fluídos, bem como a ausência de adesão e degradação subsequente após procedimentos adesivos[14-16]. Portanto, diferentemente do hidróxido de cálcio, este estudo selecionou três materiais biocerâmicos com propriedades desejáveis, incluindo elevada biocompatibilidade e capacidade de promover a formação de tecido mineralizado no sítio de exposição[17].

Consagrado na literatura científica, o MTA é um cimento composto por silicato de cálcio (CaSi), amplamente utilizado com sucesso em procedimentos de capeamento pulpar. Sua notável biocompatibilidade e bioatividade, além da capacidade de aderência adequada à dentina, garantem um eficaz isolamento bacteriano[18,19]. Devido às limitações do MTA como tempo na manipulação, alteração de cor na coroa e aplicabilidade, surgiram novos materiais à base de Silicato de Cálcio.

Considerado um substituto do tecido dentinário, o Biodentine foi introduzido na prática clínica, demonstrando melhorias tanto de manipulação quanto de configurações bioativas. É

composto por pó e líquido em cápsula, contendo componentes como cloreto de cálcio e agentes plastificantes[20]. Neste estudo apresentaram em sua maioria, resposta inflamatória de leve a moderada, com presença acentuada de formação de ponte dentinária, preservação das camadas de pré-dentina e odontoblastos.

O Bio-C Repair, segundo o fabricante, apresenta diversas vantagens em relação aos produtos similares, como: seu formato de aplicação por ter sua apresentação pré-manipulada. Além disso, possui consistência excepcional, formando uma eficaz barreira contra microrganismos e estimulando a recuperação dos tecidos. Entretando, o seu tempo de presa se torna um fator de relevância clínica limitante, chegando em até 120 minutos[7,21,22]. Possivelmente associado ao tempo de presa, o material se mostrou com grande solubilidade e dissolução tecidual, apresentou um aumento significativo na quantidade de células inflamatórias, manifestando-se de forma severa e associada à necrose pulpar.

Segunda a Sociedade Europeia de Endodontia, para que a TPV tenha sucesso, é necessário aderir a um protocolo otimizado, com medidas assépticas rigorosas durante a prática clínica, como: remoção de tártaro e placa bacteriana previamente ao isolamento absoluto do dente, instrumentos estéreis, soluções para desinfecção e hemostasia pulpar, além de um material biocompatível para capeamento pulpar[23,24].

Durante o tratamento de capeamento pulpar direto, caso ocorram falhas, o mesmo pode ser considerado precoce ou tardio, as falhas precoces estão relacionadas ao diagnóstico equivocado da gravidade do processo de inflamação pulpar. As falhas tardias têm a maior probabilidade de estarem relacionadas ao comprometimento asséptico durante a aplicação técnica, a qualidade da restauração, a contaminação do campo operatório, o que consequentemente comprometerá o processo reparador[25].

A desadaptação entre o cimento e a dentina pode resultar em infiltração, permitindo a entrada de bactérias e seus subprodutos nos tecidos, o que gera alterações pulpares e pode comprometer o sucesso do tratamento. Portanto, uma boa adaptação e adesão do material obturador à dentina é fundamental[5]. Analisados em estudos anteriores utilizando métodos de imunohistologia e quantificação de células inflamatórias, os cimentos biocerâmicos reparadores, mostram taxas significativas de cicatrização pulpar e a adaptação do material. O infiltrado inflamatório pôde ser analisado pela coloração HE, pois permite a visualização das células inflamatórias presentes no local e da desorganização tecidual, corroborando a metodologia de estudos anteriores[26].

Outro estudo, desenvolvido por Tziafa et al.[20] avaliaram as respostas pulpares frente a capeamentos diretos com MTA e Biodentine em dentes suínos. Os autores concluíram que

ambos os cimentos apresentam cicatrização completa da polpa, porém, o Biodentine com uma maior atividade de reparação das pontes de dentina, sendo essas mais espessas e maior presença de calcificação pulpar ectópica. O que foi possível evidenciar nos resultados, que apesar de não existir diferença estatística significativa, o Biodentine se destaca frente ao MTA, com pontes dentinárias mais consistentes. Segundo a literatura científica, o Biodentine tem excelente biocompatibilidade, tempo de presa aceitável clinicamente, resistência mecânica aumentada, melhor ligação com a superfície de dentina e manuseio[27].

Os estudos mostram que não existem dúvidas quando se diz respeito a biocompatibilidade e bioatividade dos cimentos biocerâmicos reparadores, Queiroz et al.[28], conduziram um estudo com 32 ratos em seu tecido subcutâneo, com três cimentos biocerâmicos reparadores, respectivamente: silicato de cálcio associado a 30% de tungstato de cálcio (TCS + CaWO4), Bio-C Repair e MTA Repair HP. Os autores concluíram que o material experimental (TCS + CaWO4) é biocompatível e tem potencial bioativo, semelhante ao MTA HP e Bio-C Repair, e sugerem seu uso como material de reparo radicular.

Maru et al.[29] realizaram um estudo para investigar a citotoxicidade e expressão gênica dos cimentos Bio-C Repair, MTA HP Repair e do Biodentine. Foi concluído pelos autores que todos os cimentos apresentam proliferação celular e diferenciação odontoblástica, com formação de dentina reparadora, podendo assim, serem alternativas como agentes terapêuticos no capeamento pulpar. Entretando, devido aos resultados do presente estudo, onde o Bio-C Repair apresentou diferença estatística significativa em relação ao MTA e Biodentine, faz-se necessário avaliar além do potencial bioativo, a adaptação, solubilidade e ação dos mesmos, que podem estar relacionadas ao grande tempo de presa do Bio-C Repair.

De acordo com as diretrizes da Organização Internacional de Padronização (ISO) e da Associação Americana de Odontologia (ANSI/ADA), a solubilidade dos cimentos endodônticos não deve exceder 3,0% de perda de massa, e a alteração dimensional não deve ultrapassar 1,0% de contração ou 0,1% de expansão. No entanto, o teste de solubilidade ISO 6876/20126 possui limitações para avaliar materiais à base de silicato de cálcio devido à natureza hidrofílica desses cimentos biocerâmicos[30,31].

As propriedades físico-químicas dos materiais de reparo podem ser alteradas em meios de pH <6,8. A presença de uma reação inflamatória pode tornar a região ácida, alterando a estabilidade dimensional e promovendo a perda volumétrica dos materiais de reparo biocerâmicos, devido aos subprodutos bacterianos, interferindo na formação de cristais de hidroxiapatita, alterando o processo de hidratação dos biocerâmicos e aumentando sua dissolução, o que leva à perda de volume. No entanto, os biocerâmicos podem reagir de formas

diferentes em tais condições[32]. Características como: tamanho, extensão e profundidade do acesso na câmara pulpar, bem como hábitos alimentares dos roedores e tempo de presa dos materiais biocerâmicos, podem influenciar diretamente nos resultados obtidos neste estudo, o que possivelmente caracteriza ao Bio-C Repair a não formação de ponte dentinária.

Considerando a importância da conduta clínica a ser realizada em dentes com necessidade de TPV, a escolha do material quanto à adaptação e formação de pontes de dentina é de fundamental importância.

Os achados sugerem que o MTA White, diante de suas propriedades aperfeiçoadas, é um excelente material para ser utilizado como capeamento pulpar direto. Ao mesmo tempo, o Biodentine, comercializado como um material substituto para a dentina, apresentou resultados adequados com pontes de dentina consistentes, da mesma forma que seu uso tem sido comprovado em diversos tipos de tratamento. O Bio-C Repair, como um material pré-manipulado, apesar da facilidade de manuseio, possui um grande tempo de presa e não se mostrou adequado para o uso neste tipo de tratamento, o que possivelmente pode estar relacionado as condições adversas que os três materiais provavelmente foram submetidos, como: possível fluídos salivares, ou ausência de selamento coronário ao longo dos 60 dias.

Por fim, o MTA White e Biodentine se mostraram superiores no capeamento pulpar direto mesmo em prováveis condições circunstâncias clínicas desfavoráveis. Mais estudos são necessários para consolidar os resultados deste estudo, avaliando o comportamento destes materiais quando utilizados em capeamento pulpar direto, em relação a estabilidade dimensional e solubilidade dos mesmos, aplicabilidade clínica, preservação da vitalidade pulpar e formação de pontes de dentina.

CONCLUSÃO

Foi concluído que os materiais utilizados neste estudo se comportaram de formas diferentes. O MTA White apresentando melhores resultados em relação ao Bio-C Repair quanto a formação de pontes de dentina e preservação pulpar. Em contrapartida, o Biodentine apresentou melhores resultados com preservação de pré-dentina e odontoblastos, além da formação de pontes de dentina consistentes, obtendo resultados satisfatórios em relação ao MTA White e Bio-C Repair.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

REFERÊNCIAS

1. Islam R, Toida Y, Chen F, et al. Histological evaluation of a novel phosphorylated pullulan-based pulp capping material: An in vivo study on rat molars. Int Endod J. 2021; 54: 1902-1914. doi: 10.1111/iej.13587. E
2. Fasoulas A, Keratiotis G, Spineli L, et al. Comparative efficacy of materials used in patients undergoing pulpotomy or direct pulp capping in carious teeth: A systematic review and meta-analysis. Clin Exp Dent Res. 2023; 9: 1129-1148. doi: 10.1002/cre2.767.
3. Didilescu AC, Cristache CM, Andrei M, Voicu G, Perlea P. The effect of dental pulp-capping materials on hard-tissue barrier formation. J Am Dent Assoc. 2018; 149: 903-917.e4. doi: 10.1016/j.adaj.2018.06.003.
4. Davaie S, Hooshmand T, Ansarifard S. Different types of bioceramics as dental pulp capping materials: A systematic review. Ceramics Int. 2021; 47: 20781-20792. doi: 10.1016/j.ceramint.2021.04.193 ·
5. Kim D, Lee H, Chung M, Kim S, Song M, Kim E. Effects of fast- and slow-setting calcium silicate–based root-end filling materials on the outcome of endodontic microsurgery: a retrospective study up to 6 years. Clin Oral Investig. 2020; 24: 247-255. doi: 10.1007/s00784-019-02937-6.
6. Torabinejad M, Pitt Ford TR. Root end filling materials: a review. Endod Dent Traumatol. 1996; 12: 161-78. doi: 10.1111/j.1600-9657.1996.tb00510.x.
7. Angelus. Technical Information – Bioceramic ION. 2021. Available in: https://www.angelusdental.com/products/details?id=216. Access in: 20 Dec. 2024.
8. Ravichandra PV, Harikumar Vemisetty, Deepthi K. Comparative evaluation of marginal adaptation of biodentinetm and other commonly used root end filling materials-an in vitro study. J Clin Diagn Res. 2014; 8: 243-245. doi: 10.7860/JCDR/2014/7834.4174
9. Gomes ESB, Farias LC, Silveira LH, et al. Conditioned fear stress increases bone resorption in apical periodontitislesions in Wistar male rats. Arch Oral Biol. 2019; 97: 35-41. doi: 10.1016/j.archoralbio.2018.10.004.
10. da Fonseca TS, da Silva GF, Tanomaru-Filho M, Sasso-Cerri E, Guerreiro-Tanomaru JM, Cerri PS. In vivo evaluation of the inflammatory response and IL-6 immunoexpression promoted by Biodentine and MTA Angelus. Int Endod J. 2016; 49: 145-53. doi: 10.1111/iej.12435.
11. Alves Silva EC, Tanomaru-Filho M, da Silva GF, Delfino MM, Cerri PS, Guerreiro-Tanomaru JM. Biocompatibility and bioactive potential of new calcium silicate–based

endodontic sealers: Bio-C Sealer and Sealer Plus BC. J Endod. 2020; 46: 1470-1477. doi: 10.1016/j.joen.2020.07.011.

12. Delfino MM, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Fiho M, Sasso-Cerri E, Cerri OS. Immunoinflammatory response and bioactive potential of GuttaFlow bioseal and MTA Fillapex in the rat subcutaneous tissue. Sci Rep. 2020; 10.
13. Benetti F, de Azevedo Queiroz ÍO, Oliveira PHC, et al. Cytotoxicity and biocompatibility of a new bioceramic endodontic sealer containing calcium hydroxide. Braz Oral Res. 2019; 33: e042. doi: 10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0042.
14. Mestrener SR, Holland R, Dezan E Jr. Influence of age on the behavior of dental pulp of dog teeth after capping with an adhesive system or calcium hydroxide. Dent Traumatol. 2003; 19: 255-61. doi: 10.1034/j.1600-9657.2003.00167.x.
15. Cox CF, Sübay RK, Ostro E, Suzuki S, Suzuki SH. Tunnel defects in dentin bridges: their formation following direct pulp capping. Oper Dent. 1996; 21: 4-11.
16. Cox CF, Tarim B, Kopel H, Gürel G, Hafez A. Technique sensitivity: biological factors contributing to clinical success with various restorative materials. Adv Dent Res. 2001; 15: 85-90. doi: 10.1177/08959374010150012301.
17. Trongkij P, Sutimuntanakul S, Lapthanasupkul P, Chaimanakarn C, Wong RH, Banomyong D. Pulpal responses after direct pulp capping with two calcium-silicate cements in a rat model. Dent Mater J. 2019; 38: 584-590. doi: 10.4012/dmj.2018-225.
18. Paranjpe A, Zhang H, Johnson JD. Effects of mineral trioxide aggregate on human dental pulp cells after pulp-capping procedures. J Endod. 2010; 36: 1042-7. doi: 10.1016/j.joen.2010.02.013.
19. Takita T, Hayashi M, Takeichi O, et al. Effect of mineral trioxide aggregate on proliferation of cultured human dental pulp cells. Int Endod J. 2006; 39: 415-22. doi: 10.1111/j.1365-2591.2006.01097.x.
20. Tziafa C, Koliniotou-Koumpia E, Papadimitriou S, Tziafas D. Dentinogenic responses after direct pulp capping of miniature swine teeth with biodentine. J Endod. 2014; 40: 1967-71. doi: 10.1016/j.joen.2014.07.021.
21. Ghilotti J, Sanz JL, López-García S, et al. Comparative surface morphology, chemical composition, and cytocompatibility of Bio-C Repair, Biodentine, and ProRoot MTA on hDPCs. Materials (Basel). 2020; 13: 2189. doi: 10.3390/ma13092189.
22. Rodrigues MNM, Bruno KF, de Alencar AHG, et al. Comparative analysis of bond strength to root dentin and compression of bioceramic cements used in regenerative endodontic

procedures. Restor Dent Endod. 2021; 46: e59. doi: 10.5395/rde.2021.46.e59. eCollection 2021 Nov.

23. European Society of Endodontology (ESE) developed by; Duncan HF, Galler KM, et al. European Society of Endodontology position statement: Management of deep caries and the exposed pulp. Int Endod J. 2019; 52: 923-934. doi: 10.1111/iej.13080.
24. Schwendicke F, Walsh T, Lamont T, et al. Interventions for treating cavitated or dentine carious lesions. Cochrane Database Syst Rev. 2021; 7: CD013039. doi: 10.1002/14651858.CD013039.pub2
25. Bjørndal L, Simon S, Tomson PL, Duncan HF. Management of deep caries and the exposed pulp. Int Endod J. 2019; 52: 949-973. doi: 10.1111/iej.13128.
26. Accorinte Mde L, Holland R, Reis A, et al. Evaluation of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide cement as pulp-capping agents in human teeth. J Endod. 2008; 34: 1-6. doi: 10.1016/j.joen.2007.09.012.
27. Margunato S, Taşlı PN, Aydın S, Karapınar Kazandağ M, Şahin F. In vitro evaluation of ProRoot MTA, Biodentine, and MM-MTA on human alveolar bone marrow stem cells in terms of biocompatibility and mineralization. J Endod. 2015; 41: 1646-52. doi: 10.1016/j.joen.2015.05.012.
28. Queiroz MB, Inada RNH, Lopes CS, et al. Bioactive potential of Bio-C Pulpo is evidenced by presence of birefringent calcite and osteocalcin immunoexpression in the rat subcutaneous tissue. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2022; 110: 2369-2380. doi: 10.1002/jbm.b.35083.
29. Maru V, Madkaikar M, Gada A, Pakhmode V, Padawe D, Bapat S. Response of stem cells derived from human exfoliated deciduous teeth to Bio-C Repair and Mineral Trioxide Aggregate Repair HP: Cytotoxicity and gene expression assessment. Dent Res J (Isfahan). 2023; 20: 55. eCollection 2023.
30. International Organization for Standardization. ISO 6876: dental root canal sealing materials. Geneva: International Organization for Standardization; 2012.
31. American National Standards Institute, American Dental Association. Specification no. 57 ADA. Laboratory testing methods: endodontic filling and sealing materials. Endodontic sealing materials. Chicago: American National Standards Institute; 2000.
32. Silva LRD, Pinto JC, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. Effect of pH on the solubility and volumetric change of ready-to-use Bio-C Repair bioceramic material. Braz Oral Res. 2024; 38: e028. doi: 10.1590/1807-3107bor-2024.vol38.0028. eCollection 2024.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo nos permitiu desenvolver e estar atentos a novas perspectivas, *in vivo*, frente ao capeamento pulpar direto que se mostrou eficaz, para se avaliar a capacidade de formação de dentina e manutenção da vitalidade pulpar em diversos cimentos biocerâmicos reparadores.

Observou-se que, de acordo com as amostras aqui estudadas, o MTA White apresentou resultados favoráveis e superiores em relação ao Bio-C Repair quanto à formação de pontes de dentina. Não diferença significativa envolvendo MTA White e Biodentine.

No quesito alteração inflamatória, na amostra estudada, o MTA White e o Biodentine apresentaram melhores resultados quando comparado ao Bio-C Repair, com menores taxas de células inflamatórias.

Em contradição, o Bio-C Repair evidenciou grande solubilidade, aumento de quantidade de células inflamatórias, induzindo necrose e ausência de pontes dentinárias.

O cimento Biodentine, apresentou pontes dentinárias mais consistentes, bem como preservação de pré-dentina e odontoblastos.

REFERÊNCIAS

ALZAHRANI, A. Y. *et al.* Non-destructive in vitro evaluation of an internal adaptation of recent pulp-capping materials in permanent teeth using OCT and Micro-CT. **Journal Children**, v. 10, n. 8, p. 1318, July 2023.

ANGELUS. **Technical Information – Bioceramic** ION. 2021. Disponível em: https://www.angelusdental.com/products/details?id=216. Acesso em: 20 Dec. 2024.

BENETTI, F. *et al.* Hydrogen peroxide induces cell proliferation and apoptosis in pulp of rats after dental bleaching in vivo. **Archives of Oral Biology,** v. 81, p. 103-109, Sept. 2017.

BENETTI, F. *et al.* Concentration-dependent effect of bleaching agents on the immunolabeling of interleukin-6, interleukin-17, and CD5-positive cells in the dental pulp. **International Endodontic Journal,** v. 51, n. 7, p. 789-799, July 2018.

BENETTI, F. *et. al.* Cytotoxicity and biocompatibility of a new bioceramic endodontic sealer containing calcium hydroxide. **Brazilian Oral Research**, v.33, p. e042, 2019.

CHO, S. Y. *et al.* Prognostic factors for clinical outcomes according to time after direct pulp capping. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 3, p. 327-331, Mar. 2013.

COAGUILA-LLERENA, H. *et al.* Physicochemical properties of a bioceramic repair material - BioMTA. **Brazilian Dental Journal**, v. 31, n. 5, p. 511-515, Sept./Oct. 2020.

DAMMASCHKE, T. *et al.* Direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: an immunohistologic comparison with calcium hydroxide in rodents. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 5, p. 814-819, May 2010.

DAVAIE, S.; HOOSHMAND, T.; ANSARIFARD, S. Different types of bioceramics as dental pulp capping materials: A systematic review. **Ceramics International**, v. 47, n. 15, p. 20781-20792, Aug. 2021.

DELFINO, M. M. *et al.* Immunoinflammatory response and bioactive potential of GuttaFlow bioseal and MTA Fillapex in the rat subcutaneous tissue. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, Apr. 2020.

DIDILESCU, A. C. *et al.* The effect of dental pulp-capping materials on hard-tissue barrier formation. **The Journal of the American Dental Association**, v. 149, n. 10, p. 903-917.e4, Oct. 2018.

FASOULAS, A. *et al.* Comparative efficacy of materials used in patients undergoing pulpotomy or direct pulp capping in carious teeth: A systematic review and meta-analysis. **Clinical and Experimental Dental Research**, v. 9, n. 6, p. 1129-1148, Dec. 2023.

FONSECA, T. S. *et al.* In vivo evaluation of the inflammatory response and IL-6 immunoexpression promoted by Biodentine and MTA Angelus. **International Endodontic Journal**, v. 49, n. 2, p. 145-153, Feb. 2015.

GALARÇA, A. D. *et al.* Physical and biological properties of a high-plasticity tricalcium silicate cement. **BioMed Research International**, v. 2018, p. 8063262, Nov. 2018.

GOMES, E. S. B. *et al.* Conditioned fear stress increases bone resorption in apical periodontitislesions in Wistar male rats. **Archives of Oral Biology,** v. 97, p. 35-41, Jan. 2019.

GUIMARÃES, B. M. *et al.* Physicochemical properties of calcium silicate-based formulations MTA Repair HP and MTA Vitalcem. **Journal of Applied Oral Science**, v. 26, p. e.2017115, Apr. 2018.

ISLAM, R. *et al.* Histological evaluation of a novel phosphorylated pullulan-based pulp capping material: An in vivo study on rat molars. **International Endodontic Journal**, v. 54, n. 10, p. 1902-1914, Oct. 2021.

KIM, D. *et al.* Effects of fast- and slow-setting calcium silicate–based root-end filling materials on the outcome of endodontic microsurgery: a retrospective study up to 6 years. **Clinical Oral Investigations**, v. 24, n. 1, p. 247-255, Jan. 2020.

MARGUNATO, S. *et al.* In Vitro Evaluation of ProRoot MTA, Biodentine, and MM-MTA on Human Alveolar Bone Marrow Stem Cells in Terms of Biocompatibility and Mineralization. **Journal of Endodontics**, v. 41, n. 10, p. 1646-1652, Oct. 2015.

RAVICHANDRA, P. V. Comparative evaluation of marginal adaptation of biodentinetm and other commonly used root end filling materials-an invitro study. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 8, n. 3, p. 243-245, Mar. 2014.

TORABINEJAD, M.; FORD, T. R. P. Root end filling materials: a review. **Dental Traumatology**, v. 12, n. 4, p. 161-178, Aug. 1996.

ZHU, L. *et al.* A Comparative study of bioaggregate and ProRoot MTA on adhesion, migration, and attachment of human dental pulp cells. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 8, p. 1118-1123, Aug. 2014.

ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP

Unimontes
Universidade Estadual de Montes Claros
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada **CAPACIDADE DE BIOCOMPATIBILIDADE E BIOATIVIDADE DE DIFERENTES CIMENTOS ENDODÔNTICOS BIOATIVOS NA PROTEÇÃO DO COMPLEXO DENTINA-POLPA**, registrada com o **Protocolo Nº 024/2023**, sob a responsabilidade do Professor André Luiz Sena Guimarães, para fins de pesquisa científica - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009 e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal - Concea, adotados pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UNIMONTES.

O projeto foi **APROVADO** no dia 07/12/2023, com a quantidade total de 50 Ratos isogênicos, machos, Linhagem Rattus norvegicus Albinus.

Esse Certificado tem validade de 05 (cinco anos), a contar a partir da data de sua aprovação.

Por ser verdade, firmamos o presente.

Montes Claros - MG, 07 de dezembro de 2023.

Profa. Dra. *Auriclécia Lopes de Oliveira Aiura*
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
CEUA/UNIMONTES

Documento assinado eletronicamente por **Auriclécia Lopes de Oliveira Aiura**, **Coordenadora**, em 07/12/2023, às 12:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017.

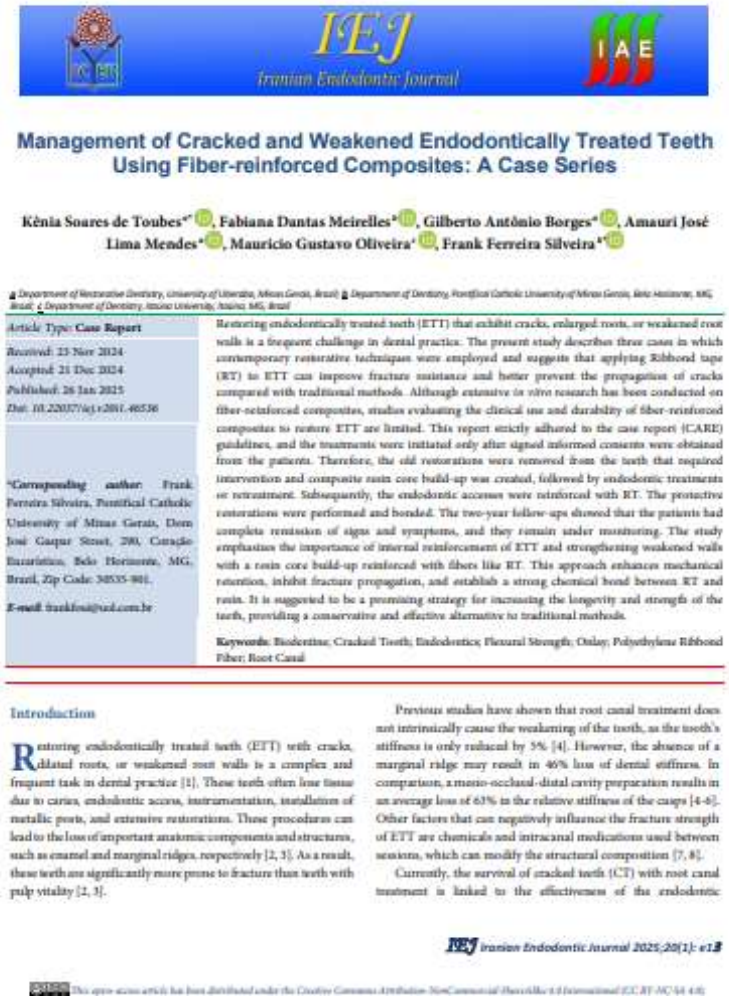
A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **78377453** e o código CRC **047DA153**.

Referência: Processo nº 2310.01.0019651/2023-75 SEI nº 78377453

ANEXO B – Produtos gerados no Programa

Gota #202 ABERTURA CORONÁRIA DE PRÉ MOLARES SUPERIORES

Vídeo para o canal no Youtube – Gotas de Conhecimento.



IEJ Iranian Endodontic Journal

Management of Cracked and Weakened Endodontically Treated Teeth Using Fiber-reinforced Composites: A Case Series

Kênia Soares de Toubes*, Fabiana Dantas Meirelles, Gilberto Antônio Borges, Amauri José Lima Mendes, Mauricio Gustavo Oliveira, Frank Ferreira Silveira*

a Department of Restorative Dentistry, University of Uberaba, Minas Gerais, Brazil; b Department of Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brazil; c Department of Dentistry, Atenas University, Araxá, MG, Brazil

Article Type: Case Report

Received: 23 Nov 2024
Accepted: 21 Dec 2024
Published: 26 Jan 2025
Doi: 10.22037/iej.v20i1.46536

*Corresponding author: Frank Ferreira Silveira, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Dom José Gaspar Street, 290, Coração Eucarístico, Belo Horizonte, MG, Brazil, Zip Code: 30535-901.

E-mail: frankfesi@ucd.com.br

Restoring endodontically treated teeth (ETT) that exhibit cracks, enlarged roots, or weakened root walls is a frequent challenge in dental practice. The present study describes three cases in which contemporary restorative techniques were employed and suggests that applying Ribbond tape (RT) to ETT can improve fracture resistance and better prevent the propagation of cracks compared with traditional methods. Although extensive *in vitro* research has been conducted on fiber-reinforced composites, studies evaluating the clinical use and durability of fiber-reinforced composites to restore ETT are limited. This report strictly adhered to the case report (CARE) guidelines, and the treatments were initiated only after signed informed consents were obtained from the patients. Therefore, the old restorations were removed from the teeth that required intervention and composite resin core build-up was created, followed by endodontic treatments or retreatment. Subsequently, the endodontic accesses were reinforced with RT. The protective restorations were performed and bonded. The two-year follow-ups showed that the patients had complete remission of signs and symptoms, and they remain under monitoring. The study emphasizes the importance of internal reinforcement of ETT and strengthening weakened walls with a resin core build-up reinforced with fibers like RT. This approach enhances mechanical retention, inhibit fracture propagation, and establish a strong chemical bond between RT and resin. It is suggested to be a promising strategy for increasing the longevity and strength of the teeth, providing a conservative and effective alternative to traditional methods.

Keywords: Biodentine; Cracked Tooth; Endodontics; Flexural Strength; Onlay; Polyethylene Ribbond Fiber; Root Canal

Introduction

Restoring endodontically treated teeth (ETT) with cracks, dilated roots, or weakened root walls is a complex and frequent task in dental practice [1]. These teeth often lose tissue due to caries, endodontic access, instrumentation, installation of metallic posts, and extensive restorations. These procedures can lead to the loss of important anatomic components and structures, such as enamel and marginal ridges, respectively [2, 3]. As a result, these teeth are significantly more prone to fracture than teeth with pulp vitality [2, 3].

Previous studies have shown that root canal treatment does not intrinsically cause the weakening of the tooth, as the tooth's stiffness is only reduced by 5% [4]. However, the absence of a marginal ridge may result in 46% loss of dental stiffness. In comparison, a mesio-occlusal-distal cavity preparation results in an average loss of 63% in the relative stiffness of the cusps [4-6]. Other factors that can negatively influence the fracture strength of ETT are chemicals and intracanal medications used between sessions, which can modify the structural composition [7, 8].

Currently, the survival of cracked teeth (CT) with root canal treatment is linked to the effectiveness of the endodontic

This open access article has been distributed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

Artigo publicado em revista A2.

Apresentação de trabalho executado na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC MINAS na Reunião Anual da SBPqO.