FACULDADE SETE LAGOAS – FACSETE

MIRLA DE JESUS DOS SANTOS BRASIL

TRATAMENTO NÃO-CIRÚRGICO DAS PERFURAÇÕES ENDODÔNTICAS: uma revisão de literatura

São Luís – MA
2026

MIRLA DE JESUS DOS SANTOS BRASIL

TRATAMENTO NÃO-CIRÚRGICO DAS PERFURAÇÕES ENDODÔNTICAS: uma revisão de literatura

Trabalho apresentado ao Curso de Especialização Lato sensu da FACSETE, como requisito parcial para Conclusão do Curso de Especialização em Endodontia.

Orientador(a): Ana Graziela Araujo Ribeiro

São Luís – MA
2026

FACSETE
Faculdade Sete Lagoas
Recredenciamento Portaria MEC 278/2016 - D.O.U 19/04/2016

MIRLA DE JESUS DOS SANTOS BRASIL

TRATAMENTO NÃO-CIRÚRGICO DAS PERFURAÇÕES ENDODÔNTICAS: uma revisão de literatura

Trabalho apresentado ao Curso de Especialização Lato sensu da FACSETE, como requisito parcial para Conclusão do Curso de Especialização em Endodontia.

Aprovada em ___/___/___ pela banca constituída dos seguintes professores:

_____

Prof. Ana Graziela Araujo Ribeiro

_____

_____

São Luís, _____ de _____ de 2026.

RESUMO

As perfurações endodônticas configuram-se como uma intercorrência clínica de grande relevância, podendo comprometer o sucesso do tratamento e a manutenção do elemento dentário. O prognóstico depende diretamente da localização, do tamanho da perfuração e, principalmente, da conduta terapêutica adotada. Este trabalho de revisão de literatura teve como objetivo analisar as principais abordagens de tratamento das perfurações endodônticas, destacando os materiais disponíveis para o selamento dessas comunicações indesejadas. O tratamento deve ser realizado o mais precocemente possível, com o objetivo de evitar contaminação bacteriana e inflamação dos tecidos perirradiculares. Entre os materiais mais utilizados, destacam-se o Agregado Trióxido Mineral (MTA) e o Biodentine, devido à sua excelente biocompatibilidade, capacidade de vedamento e potencial indutor de regeneração tecidual. A utilização do microscópio operatório e de técnicas adesivas avançadas tem contribuído para o aumento da previsibilidade e do sucesso clínico. Apesar dos avanços, ainda há necessidade de padronização dos protocolos clínicos e de mais estudos comparativos sobre o comportamento dos novos materiais seladores. Em vista disso, o tratamento adequado das perfurações endodônticas requer diagnóstico preciso, intervenção imediata e domínio técnico, garantindo resultados satisfatórios e a preservação do dente em longo prazo

Palavras-Chave: Perfurações endodônticas; Tratamento endodôntico; Selamento.

ABSTRACT

Endodontic perforations represent a significant clinical complication that can compromise the success of root canal treatment and the preservation of the affected tooth. The prognosis depends directly on the location and size of the perforation, as well as on the therapeutic approach adopted. This literature review aimed to analyze the main treatment strategies for endodontic perforations, emphasizing the materials used for the sealing of these undesired communications. Treatment should be performed as early as possible to prevent bacterial contamination and inflammation of periradicular tissues. Among the most widely used materials are Mineral Trioxide Aggregate (MTA) and Biodentine, due to their excellent biocompatibility, sealing ability, and potential to induce tissue regeneration. The use of an operating microscope and advanced adhesive techniques has contributed to increasing the predictability and clinical success rate. Despite significant advances, there is still a need for standardized clinical protocols and further long-term studies comparing the behavior of new sealing materials. In view of this, proper management of endodontic perforations requires accurate diagnosis, immediate intervention, and technical expertise, ensuring satisfactory results and long-term preservation of the tooth.

Keywords: endodontic perforation; endodontic treatment; sealing.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **6**
2 METODOLOGIA **7**
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO **8**
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS **18**
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **19**

1. INTRODUÇÃO

A perfuração radicular é caracterizada pela comunicação anormal entre o sistema de canais radiculares e a superfície externa do dente, podendo comprometer o sucesso do tratamento endodôntico e a preservação do elemento dental. Essa intercorrência pode ocorrer de forma iatrogênica durante procedimentos clínicos, especialmente na abertura da cavidade de acesso ou na exploração dos orifícios dos canais radiculares (Suryawanshi *et al*., 2024; Estrela *et al*., 2000).

A remoção excessiva de dentina durante a tentativa de localizar canais calcificados ou a dificuldade em obter um acesso em linha reta podem favorecer a ocorrência dessas perfurações, seja lateralmente ao longo da raiz ou no assoalho da câmara pulpar. Dependendo da extensão e da localização do dano, o reparo pode ser complexo e, em situações mais graves, o tratamento cirúrgico ou até mesmo a extração do dente comprometido tornam-se as únicas opções terapêuticas (Suryawanshi *et al*., 2024; Siqueira Junior, 2015).

As perfurações constituem uma das principais complicações durante os procedimentos endodônticos, desencadeando uma resposta inflamatória persistente no periodonto, caracterizada pela formação de tecido de granulação. Essa lesão pode levar à destruição das fibras periodontais, reabsorção óssea, proliferação epitelial e defeitos periodontais. (Panchal *et al*., 2024; Clauder, 2022).

O diagnóstico precoce e preciso de uma perfuração radicular é fundamental para o sucesso do tratamento endodôntico, uma vez que o intervalo entre a formação da perfuração e seu reparo influencia diretamente o prognóstico do dente. Este deve se basear em observações clínicas e radiográficas, considerando aspectos etiológicos e sinais característicos, como dor imediata durante o uso de instrumentos, sangramento súbito e intenso e a sensação de perda de contato do instrumento com as paredes dentinárias (Clauder, 2022; Melo *et al*., 2011).

O tratamento de uma perfuração visa bloquear a comunicação entre o sistema endodôntico e o tecido perirradicular, prevenindo perda óssea e lesão periodontal. Isso é crucial, pois a perfuração expõe o canal radicular à contaminação bacteriana, podendo causar inflamação persistente, formação de tecido de granulação e destruição dos tecidos de suporte. O diagnóstico precoce, a vedação imediata com materiais biocompatíveis e o controle rigoroso da assepsia são essenciais para o sucesso do reparo (Zahran *et al.*, 2022; Clauder, 2022).

O desenvolvimento de novos materiais odontológicos desempenhou papel fundamental no tratamento das perfurações radiculares. Tradicionalmente materiais, como óxido de zinco, amálgama, resina composta, Cavit, ionômero de vidro e hidróxido de cálcio, foram historicamente empregados com resultados variáveis. No início da década de 90 foi introduzido o uso do MTA (Agregado Mineral Trióxido) em perfurações de dentes humanos, e desde então tem sido amplamente investigado, demonstrando excelentes propriedades físicas, químicas e biológicas (Clauder, 2022).

Atualmente, os materiais com potencial antibacteriano no tratamento de infecções do sistema de canais radiculares destacam-se por favorecer a cicatrização, mediante deposição de tecido mineralizado e adequada capacidade de selamento, contribuindo assim para a preservação de dentes acometidos por perfurações endodônticas (Panchal *et al*., 2024), razão pela qual foram selecionados como foco desta revisão.

A partir do que foi exposto este trabalho de revisão de literatura teve o objetivo de discutir as alternativas terapêuticas atuais para selamento e tratamento de perfurações endodônticas e os materiais utilizados, com ênfase no MTA, Biodentine, Endosequence Root Repair Material e Bio- C Repair.

2. METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão narrativa da literatura, conduzido por meio de busca nas principais bases de dados eletrônicas nacionais e internacionais, incluindo SCIELO (Scientific Electronic Library Online), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), PubMed, Cochrane, Web of Science e Scopus. Para a estratégia de busca, foram utilizados os descritores em inglês “endodontic perforation” AND “endodontic treatment” AND “sealing”, resultando inicialmente em 110 estudos.

Após a etapa de triagem e verificação de elegibilidade, que incluiu a leitura de títulos, resumos e textos completos, bem como a análise de estudos adicionais identificados por meio de busca manual nas referências, foram selecionados 15 artigos para compor a amostra final, que abordassem o tratamento não-cirúrgico das perfurações, técnicas, prognósticos e materiais empregados.

Foram incluídos na revisão artigos originais publicados em periódicos científicos revisados por pares, disponíveis nos idiomas português e inglês, no período de 2019 a 2025, que abordassem diretamente a temática das perfurações

endodônticas, com enfoque no tratamento, nos materiais de selamento e/ou no prognóstico clínico. Também foram considerados estudos com delineamento metodológico claramente descrito, incluindo pesquisas clínicas, laboratoriais (in vitro) e observacionais, desde que apresentassem coerência entre objetivos, métodos, resultados e conclusões. Além disso, foram incluídos apenas artigos disponíveis na íntegra e de forma gratuita, que descrevessem adequadamente os materiais utilizados e as técnicas de selamento, bem como apresentassem qualidade metodológica mínima, avaliada de forma descritiva quanto à clareza e consistência das informações apresentadas.

Foram excluídos desta revisão teses, dissertações, editoriais, textos de jornais, artigos duplicados em diferentes bases de dados, estudos incompletos e aqueles que não apresentaram relação direta com a temática proposta ou que possuíam metodologia pouco descrita ou inconsistente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela a seguir apresenta os artigos selecionados para a amostra.

Tabela 1 – Artigos selecionados para realização da revisão bibliográfica

TÍTULO	ANO	AUTOR (ES)	OBJETIVO	CONCLUSÃO
The Management of Root Perforation: A Review of the Literature	2024	Alshehri *et al.*	Analisar o uso de materiais como MTA, biodentine, super EBA, para reparação de perfurações endodônticas.	O manejo clínico e o prognóstico da perfuração radicular foram aprimorados pela disponibilidade de materiais avançados e técnicas de selamento.
Mineral Trioxide Aggregate Applications in Endodontics: A Review	2020	Cervino *et al.*	Investigar as características do MTA sob uma perspectiva clínica, inclusive em comparação com outros biomateriais.	Os numerosos testes clínicos, histológicos e radiográficos tornam este material seguro e previsível nas áreas de endodontia e odontologia conservadora.
Present status and future directions - Managing perforations	2022	Clauder T.	Fornecer o contexto, as técnicas clínicas e os resultados do reparo cirúrgico e não	O MTA é um excelente material para o reparo de perfurações. Outros cimentos endodônticos bioativos podem ser capazes de alcançar resultados semelhantes, mas até o

			cirúrgico de perfurações.	momento faltam dados clínicos disponíveis.
Prevention, Diagnostic Challenges, and Management of Endodontic Perforations: A Narrative Review	2025	DeVine *et al.*	Destacar os componentes multifacetados das perfurações endodônticas, identificando também os métodos mais eficazes utilizados em sua detecção, diagnóstico e manejo.	Necessário compreender as circunstâncias das perfurações para a prevenção e o tratamento dessas complicações iatrogênicas.
Bioceramics in Endodontics: Updates and Future Perspectives	2023	Dong e Xu.	Revisar as características das biocerâmicas e suas aplicações em diversas situações clínicas endodônticas	Necessário mais ensaios clínicos bem controlados para fornecer evidências de alto nível para sua aplicação em endodontia
An Updated Review on Properties and Indications of Calcium Silicate-Based Cements in Endodontic Therapy.	2022	Eskandari *et al*.	Sintetizar os estudos mais recentes sobre as propriedades clínicas dos CSCs, a fim de elucidar a futura geração de tratamentos.	O desenvolvimento contínuo dos CSCs pode modificar significativamente suas propriedades físicas e expandir sua aplicação clínica.
Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials	2018	Estrela *et al.*	Discutir as alternativas terapêuticas contemporâneas para o tratamento de perfurações do canal radicular.	Estudos físico-químicos, histológicos e clínicos têm indicado o MTA como um bom cimento obturador para essas situações, porém com resultados estéticos insatisfatórios.
Mechanism of action of Bioactive Endodontic Materials	2023	Estrela *et al.*	Analisar o mecanismo de ação de materiais bioativos (hidróxido de cálcio, agregado de trióxido mineral (MTA) e cimentos de silicato de cálcio).	Permitiu uma melhor compreensão das características e semelhanças em seu comportamento tecidual. Materiais bioativos, especialmente o MTA e os novos cimentos de silicato de cálcio, são eficazes para promover o selamento biológico

Repair of Iatrogenic Furcal Perforation With Mineral Trioxide Aggregate: A Case Report	2024	Panchal *et al.*	Destacar a eficácia do MTA no tratamento das perfurações endodônticas.	Apesar de suas limitações, pesquisas demonstram a eficácia do MTA no reparo de perfurações furcais, destacando seu papel em tratamentos endodônticos.
Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part I: vital pulp therapy	2018	Parirokh *et al*.	Revisar e comparar a composição química e a aplicação do MTA e de outros cimentos endodônticos bioativos.	Alguns CEBs mostraram resultados promissores; no entanto, o número de estudos com eles, em comparação com as pesquisas com MTA, é limitado. A maioria dos estudos apresentou diversas deficiências metodológicas.
From Crisis to Victory: Rescuing Root Canal Treatment With Bioactive Material in a Nail-Biting Case of Furcal Perforation	2024	Suryawanshi *et al.*	Aplicação do MTA no reparo do local da perfuração após limpeza e modelagem minuciosas dos canais radiculares.	Demonstrou os benefícios combinados do MTA e dos FRCs na obtenção de resultados de tratamento favoráveis para perfurações furcais iatrogênicas.
Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part II: other clinical applications and complications	2018	Torabinejad *et al.*	Revisar as aplicações clínicas do MTA e de outros biocompósitos emulsificantes (BECs) para diversos procedimentos endodônticos.	Em comparação com outros BECs, o MTA foi avaliado por um número maior de investigações de alta qualidade para todas as aplicações clínicas. A maioria das pesquisas sobre o MTA e outros BECs apresenta deficiências metodológicas importantes.
Bio-C Repair - A New Bioceramic Material for Root Perforation Management:	2021	Toubes *et al.*	Descrever o tratamento de perfuração lateral no terço cervical médio da raiz de dois incisivos superiores com	O Bio-C Repair é sugerido como uma nova opção de cimento para o tratamento de perfurações do canal lateral, com resultados eficazes observados após um ano de acompanhamento.

Two Case Reports			calcificação do canal pulpar, utilizando Bio-C Repair.	
Clinical application of calcium silicate-based bioceramics in endodontics	2023	Wang *et al.*	Aplicações de algumas biocerâmicas comuns à base de silicato de cálcio (MTA, Biodentine, Bioaggregate e iRoot BP Plus, em tratamentos endodônticos.	Forneceu orientações clínicas para aplicação das biocerâmicas em endodontia.
Management of Strip Perforation on the Upper Front Tooth and Tooth Rehabilitation Using Flexible Glass Fiber Post: A Case Report	2024	Yee *et al.*	Tratar uma perfuração em faixa em um dente anterior superior para reabilitação dentária utilizando cimento à base de silicato tricálcico.	O reparo de perfurações ainda pode ser viável, mesmo considerando a complexidade, a duração, os custos e a incerteza quanto à longevidade dos dentes.

A perfuração do canal radicular caracteriza-se pela formação de uma abertura na raiz dentária, estabelecendo uma comunicação, de origem mecânica ou patológica, entre o sistema de canais radiculares e a superfície externa do dente. Essa condição representa uma intercorrência indesejável no tratamento endodôntico, uma vez que compromete a integridade estrutural da raiz e pode ocasionar danos aos tecidos periodontais adjacentes ou perda dentária se não forem tratadas (Alshehri *et al*., 2024).

As perfurações podem ocorrer em diferentes locais dentro do dente, incluindo áreas de furca, superfícies radiculares e assoalho da câmara pulpar, com causas que variam de erros iatrogênicos a processos patológicos (Suryawanshi *et al.,* 2024). Podem ser classificadas como perfuração coronal (coronal até o nível do osso alveolar e inserção epitelial, com danos mínimos aos tecidos de suporte e fácil acesso, apresentando bom prognóstico), perfuração crestal (ao nível da inserção epitelial no osso crestal, prognóstico questionável) e perfuração apical (apical ao osso crestal e à inserção epitelial, bom prognóstico) (Kakani *et al.,* 2015).

Dentro dessas divisões, existem muitas subcategorias, incluindo perfurações furcais, em faixa e crestais, entre outras. Uma perfuração furcal ocorre na área da furca, que é onde as raízes de dentes multirradiculares divergem. Uma perfuração em faixa é comumente observada na parede lateral da raiz e está frequentemente associada a canais curvos. Compreender as diversas classificações de perfurações fornece informações sobre os potenciais desafios durante o tratamento destas (DeVine *et al*., 2025).

O sucesso do tratamento da perfuração iatrogênica depende principalmente da identificação das perfurações radiculares e dos locais afetados, (Yee *et al*., 2024). O sangramento persistente durante o acesso coronário ou o preparo do canal radicular pode indicar perfuração, sendo a presença de sangue em pontas de papel absorvente um achado sugestivo. Além disso, em casos de tratamento endodôntico em que o controle analgésico é insuficiente, os pacientes podem relatar desconforto inesperado imediatamente após a perfuração (DeVine *et al.,* 2025).

Apesar do diagnóstico clínico ser desafiador, recursos como a radiografia periapical e a tomografia computadorizada auxiliam na identificação das perfurações radiculares. No entanto, as radiografias periapicais apresentam limitações devido à sua bidimensionalidade, o que dificulta a determinação da localização e da gravidade das perfurações, pois as perfurações frequentemente se sobrepõem à estrutura radicular intacta e aos materiais de obturação, criando artefatos que dificultam a sua distinção (Estrela *et al*., 2018; Panchal *et al*., 2024). Imagens tridimensionais obtidas por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) podem fornecer informações adicionais e mais conclusivas (Clauder, 2022).

Além disso, os localizadores apicais têm grande importância na detecção de perfurações radiculares, pois permitem identificar a comunicação com o ligamento periodontal ao apresentar leitura zero quando a lima entra em contato com a área perfurada. Paralelamente, os microscópios cirúrgicos têm ganhado destaque na endodontia moderna, oferecendo ampliação elevada, o que facilita a visualização precisa da localização e da extensão das perfurações (Saed *et al.,* 2016).

As técnicas empregadas no reparo de perfurações endodônticas variam de acordo com as condições da perfuração, podendo incluir abordagens ortógrada, cirúrgica ou alternativas como extrusão ortodôntica e reimplante intencional. O

prognóstico da raiz perfurada depende de diversos fatores, entre eles o tempo decorrido até o reparo, a localização e o tamanho da perfuração, contaminação, diagnóstico pulpar no momento da perfuração, o material empregado e fatores sistêmicos (Alshehri *et al*., 2024).

Diversos materiais têm sido empregados ao longo do tempo no reparo de perfurações endodônticas, incluindo a folha de índio, o amálgama, o gesso de Paris, o óxido de zinco e eugenol, o Super EBA, o IRM (Material Restaurador Intermediário), a guta-percha, o Cavit, o cimento de ionômero de vidro e o cimento de ionômero de vidro modificado com metal. Além desses, também foram utilizados materiais restauradores como os compósitos, bem como alternativas biológicas, a exemplo de lascas de dentina e osso descalcificado liofilizado. Outros materiais incluem os cimentos à base de fosfato de cálcio, como o cimento de fosfato de cálcio e o fosfato tricálcico, além da hidroxiapatita e do hidróxido de cálcio. Mais recentemente, destacam-se o cimento Portland, o MTA, a Biodentine, os materiais da linha EndoSequence, o BioAggregate e os novos cimentos endodônticos desenvolvidos com enfoque bioativo (Kakani *et al*., 2015).

Nas últimas décadas, materiais biocompatíveis foram introduzidos e estão se tornando rapidamente opções populares para o reparo de perfurações radiculares. O material bioativo MTA tem sido o material de escolha no reparo de perfurações por anos, pois tem apresentado grande sucesso no reparo de perfurações quando comparado a materiais anteriores e permite o restabelecimento do tecido saudável. Clauder (2022) afirma que isso se deve, em parte, à resistência de união da maioria dos materiais odontológicos ser significativamente reduzida na presença de contaminação por umidade, enquanto o MTA requer umidade para sua adequada presa (Mente *et al*., 2010; DeVine *et al.,* 2025).

A composição química do MTA é predominantemente constituída por silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico e óxido de silicato, além de pequenas quantidades de outros óxidos minerais. O óxido de bismuto é incorporado como agente radiopacificador. O material é formado por partículas hidrofílicas finas que endurecem na presença de água, e o processo de hidratação resulta na formação de um gel coloidal que se solidifica em cerca de quatro horas (Estrela *et al*., 2018; Cervino *et al.,* 2020).

O MTA apresenta propriedades desejáveis para o tratamento de perfurações radiculares, incluindo biocompatibilidade, caráter não reabsorvível, atividade bacteriostática ou bactericida. Sua capacidade reparadora está associada ao pH elevado e ao controle microbiano, que favorecem a deposição de cemento e a neoformação óssea. Além disso, o material adquire resistência adequada e promove selamento eficiente mesmo na presença de fluidos teciduais. Em razão de sua biocompatibilidade e potencial osteocondutor, o MTA permite a proliferação de cementoblastos e a formação de cemento sobre sua superfície, favorecendo a regeneração do aparato periodontal (Suryawanshi *et al*., 2024 ;Clauder, 2022).

O MTA, quando empregado como material de reparo, é aplicado diretamente sobre o osso ou sobre a matriz previamente posicionada, preferencialmente por meio de sistemas de inserção específicos, sendo a condensação realizada com condensadores ou microespátulas. A ativação ultrassônica pode auxiliar no assentamento do material em anatomias complexas. Após a acomodação do MTA, uma ponta de papel pode ser utilizada para remover o excesso de umidade e compactá-lo. Considerando que o material depende de um ambiente úmido para sua presa, recomenda-se a colocação de um algodão umedecido sobre a área até a completa solidificação (Parirokh *et al*., 2018; Clauder, 2022).

As biocerâmicas correspondem à materiais cerâmicos biocompatíveis ou a óxidos metálicos, englobando substâncias como alumina, zircônia, vidro bioativo, vitrocerâmicas, hidroxiapatita, silicatos de cálcio e fosfatos de cálcio reabsorvíveis. Esses materiais podem ser classificados em bioinertes, bioativos ou biodegradáveis, de acordo com o grau de reatividade apresentado frente aos tecidos circundantes (Dong e Xu, 2023).

Desenvolvido a partir do cimento Portland, o MTA apresenta elevada biocompatibilidade e adequada capacidade de selamento. O ProRoot MTA, lançado em 1999, constituiu a primeira formulação comercial, inicialmente na cor cinza. Apesar de seu desempenho favorável, o material apresenta limitações como tempo de presa prolongado, custo elevado e potencial de descoloração. A partir dos anos 2000, foram desenvolvidas versões modificadas do MTA com o objetivo de superar essas limitações, destacando-se o MTA branco, introduzido em 2002, que reduziu o risco de

alteração cromática devido às menores concentrações de óxidos metálicos (Dong e Xu, 2023; Clauder, 2022).

O potencial de descoloração do MTA é amplamente reconhecido como uma de suas principais limitações. Estudos sobre cimentos endodônticos bioativos (BECs) confirmam a ocorrência desse efeito, ainda que com graus variáveis de intensidade quando comparados aos controles. Embora o mecanismo exato permaneça indefinido, a descoloração tem sido associada a múltiplos fatores, como composição do material, contaminação sanguínea, interação com soluções irrigadoras, condições ambientais (por exemplo, ausência de oxigênio sob exposição luminosa) e incidência de luz fluorescente (Torabinejad *et al*., 2018)

Entre o final dos anos 2000 e o início da década de 2010, novas biocerâmicas foram incorporadas à terapia endodôntica, apresentando propriedades biológicas semelhantes às do MTA, como atividade antibacteriana, baixa citotoxicidade e resposta inflamatória moderada. Materiais como Biodentine, EndoSequence Root Repair Material, BioAggregate e CEM tornaram-se amplamente utilizados clinicamente. Dentre eles, destaca-se o Biodentine, introduzido em 2009 como substituto da dentina, desenvolvido a partir de tecnologia baseada em MTA, com maior resistência mecânica e presa mais rápida, devido à ausência de aluminato e sulfato de cálcio (Dong e Xu, 2023; Wang, 2023).

Esses materiais apresentam elevada resistência à compressão e propriedades físicas semelhantes às da dentina. Sua capacidade de selamento decorre da interação com o tecido dentinário e da formação de uma zona mineralizada intermediária, na qual extensões micromecânicas penetram nos túbulos dentinários, funcionando como uma âncora de retenção. Além disso, a leve expansão ocorrida após a hidratação e a presa, o que contribui para a eficiência do selamento. No âmbito biológico, estudos in vitro demonstram atividade antimicrobiana atribuída à elevação do pH, resultante da liberação e difusão de íons hidroxila através da dentina (Estrela *et al*., 2018).

Os cimentos biocerâmicos promovem uma interface favorável entre dentina e material restaurador. São quimicamente estáveis, de fácil manipulação, não reabsorvíveis, radiopacos e podem contribuir para o aumento da resistência à fratura radicular, além de interagirem com células-tronco periapicais, favorecendo o

selamento biológico e o reparo tecidual. Contudo, seu desempenho é limitado em áreas inflamadas, tornando essencial o controle adequado do sangramento para correta delimitação e preenchimento da perfuração (Toubes *et al*., 2021; Estrela *et al*., 2023).

Embora o silicato tricálcico também esteja presente no MTA, o Biodentine apresenta partículas mais densas e menor porosidade, o que lhe confere melhores propriedades mecânicas e menor tempo de presa. Sua formulação inclui ainda carbonato de cálcio e óxidos, responsáveis pelo ajuste de cor. Contudo, o material apresenta radiopacidade inferior quando comparado a outros cimentos endodônticos (Wang *et al*., 2023).

O MTA de Alta Plasticidade (MTA-HP) e o EndoSequence Root Repair Material Putty são amplamente reconhecidos como cimentos reparadores biocerâmicos eficazes, especialmente em situações clínicas complexas, devido à sua capacidade de favorecer o processo reparador. Mais recentemente, foi introduzido o Bio-C Repair (Angelus, Londrina, Brasil), um biocerâmico pronto para uso disponibilizado em seringa rosqueada, o que otimiza o manuseio e a inserção do material. Esse cimento apresenta citotoxicidade controlada, adequada biocompatibilidade e potencial de biomineralização comparável ao MTA-HP e ao MTA branco (Toubes *et al*., 2021).

O Bio-C Repair é um cimento com a grande vantagem de ser fornecido em forma pronta para uso (massa). A composição química, a morfologia ultraestrutural, a biocompatibilidade e os efeitos na polpa dentária humana do Bio-C Repair foram comparados aos do Biodentine e do ProRoot MTA. Verificou-se que o Bio-C Repair é composto principalmente de carbono (34,81%) e oxigênio (34,51%), com uma concentração de cálcio menor em comparação aos outros biomateriais, que contêm principalmente oxigênio e cálcio (Toubes *et al*., 2021).

EndoSequence, ou material de reparo radicular endodôntico (ERRM), é composto principalmente por óxido de zircônio, fosfato de cálcio monobásico e óxido de tântalo. Comercializado como composto pré-misturado e pronto para uso, oferece maior uniformidade e praticidade clínica. Trata-se de um material biocompatível, insolúvel, hidrofílico e bioativo, cuja presa é acionada pela umidade, favorecendo o selamento. Essas propriedades o tornam indicado para o reparo de perfurações

dentárias. Estudos in vitro demonstram que sua capacidade de selamento é semelhante ou superior à do MTA (Alshehri *et al*., 2024).

Diversos materiais têm sido indicados para o reparo de perfurações radiculares; entretanto, nenhum reúne plenamente as características consideradas ideais, de modo que a seleção do material permanece um desafio clínico. Evidências demonstram que os cimentos à base de silicato de cálcio, como MTA e Biodentine, promovem respostas teciduais perirradiculares mais favoráveis quando utilizados no selamento de perfurações. Ademais, ambos os materiais possuem desempenho biológico adequado (Eskandari *et al*., 2022; Estrela *et al*., 2023).

A literatura indica que tanto o MTA quanto o Biodentine promovem respostas teciduais favoráveis, com formação de tecido mineralizado e reinserção parcial das fibras periodontais (Estrela *et al*., 2023). O MTA pode induzir a expressão de proteínas associadas à formação de tecido semelhante ao cemento, enquanto o Biodentine apresentou menor inflamação e reparo cementário superior, além de menor extrusão do material (Eskandari *et al*., 2022). Solanki *et al*., (2018) e Suryawanshi et al., (2024) destacam em seus estudos que a capacidade de selamento se mostrou um fator determinante para o controle da contaminação, sendo superior para Biodentine e EndoSequence em comparação ao MTA Angelus no reparo de perfurações de furca.

Suryawanshi et al., (2024) ressaltam em sua pesquisa que o MTA mostrou-se inferior à Biodentine em termos de propriedades de manipulação, biocompatibilidade, tempo de presa, liberação de íons e resistência de união. Com todas essas características, a Biodentine é o material de reparo de perfuração mais comumente utilizado para perfurações furcais. A Biodentine possui um pH alcalino de 12,5 e promove o reparo do ligamento periodontal e a cementogênese, além de apresentar um tempo de presa mais curto e maior resistência de união ao push-out (material mais aderido à dentina).

Todavia, a alta solubilidade dos materiais biocerâmicos também é uma preocupação, pois pode resultar em espaços entre a parede dentinária e o material de obturação, comprometendo a qualidade da vedação. Espera-se que a adição de íons e nanomateriais reduza a solubilidade das biocerâmicas, melhorando assim a propriedade de selamento das biocerâmicas em endodontia (Dong e Xu, 2023).

Biodentine e MTA podem reduzir o risco de estresse potencialmente prejudicial na região da perfuração. As evidências disponíveis sugerem que o MTA possui uma ótima capacidade de selamento (Mente *et al*., 2014; Dong e Xu, 2023). Biodentine, BC Putty e outros materiais demonstraram desempenho de selamento semelhante e até superior ao do MTA no reparo de perfurações in vitro. Contudo, a escassez de estudos clínicos controlados reforça a necessidade de pesquisas adicionais de alta qualidade para a consolidação de suas aplicações clínicas (Dong e Xu, 2023).

Estudos demonstraram que o Biodentine apresenta efeitos semelhantes ao MTA em situações sem contaminação sanguínea, porém sua força adesiva é inferior à do MTA em ambientes contaminados. Além disso, foi mais afetado negativamente pela contaminação sanguínea em comparação ao MTA (Üstün *et al*., 2015; Wang *et al*., 2023). Curiosamente, na ausência de contaminação sanguínea, o Biodentine exibe resistência de união superior em comparação com o MTA, o que alguns estudos atribuíram ao seu menor tamanho de partícula (Alshehri *et al*., 2024).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os avanços observados no tratamento das perfurações endodônticas evidenciam a evolução dos materiais e técnicas disponíveis, com ênfase na obtenção de selamento adequado, na biocompatibilidade tecidual e na promoção do reparo periodontal. Nesse contexto, destaca-se a relevância dos cimentos bioativos, cujas propriedades físico-químicas e biológicas contribuem para a redução da infiltração microbiana e para o favorecimento da neoformação tecidual. Ainda assim, apesar dos resultados promissores descritos na literatura, permanece a necessidade de estudos clínicos controlados, com amostras mais amplas e acompanhamento longitudinal, a fim de consolidar evidências sobre a previsibilidade dos diferentes protocolos terapêuticos e possibilitar a padronização das condutas na prática clínica.

Os materiais empregados no reparo de perfurações devem atender a critérios essenciais, entre os quais se destacam a biocompatibilidade, as propriedades antimicrobianas, a capacidade de selamento eficaz e o potencial osteogênico e cementogênico, fundamentais para prevenir extravasamento bacteriano e reabsorção óssea contínua. Características adicionais, como radiopacidade adequada e

viabilidade econômica, também assumem papel relevante na tomada de decisão clínica.

Diante desse cenário, reforça-se a importância da atualização contínua do cirurgião-dentista, possibilitando o acompanhamento das inovações relacionadas aos materiais bioativos e às abordagens terapêuticas emergentes. Tal postura contribui para intervenções mais seguras, previsíveis e biologicamente orientadas, consolidando o manejo adequado das perfurações endodônticas e favorecendo melhores desfechos clínicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALSHEHRI, M. M. et al. The management of root perforation: a review of the literature. Cureus, v. 16, p. 10, out. 2024.

CERVINO, G. et al. Mineral trioxide aggregate applications in endodontics: a review. European Journal of Dentistry, v. 14, n. 4, p. 683-691, out. 2020.

CLAUDER, T. Present status and future directions: managing perforations. Int. Endod. J., v. 55, supl. 4, p. 872-891, out. 2022.

DEVINE, T. M.; PAISNER, N. L.; DAYO, A. F. Prevenção, desafios diagnósticos e tratamento de perfurações endodônticas: uma revisão narrativa. Complications, v. 2, p. 17, 2025.

DONG, X.; XU, X. Bioceramics in endodontics: updates and future perspectives. Bioengineering (Basel), v. 10, n. 3, 354, 13 mar. 2023.

ESKANDARI, F. et al. An updated review on properties and indications of calcium silicate-based cements in endodontic therapy. International Journal of Dentistry, v. 2022, p. 1-?, 30 out. 2022.

ESTRELA, C.; BAMMANN, L. L.; ESTRELA, C. R. A.; SILVA, R. S.; PÉCORA, J. D. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. Brazilian Dental Journal, v. 11, n. 1, p. 3-9, 2000.

ESTRELA, C. et al. Perfurações radiculares: uma revisão do diagnóstico, prognóstico e materiais. Brazilian Oral Research, v. 32, supl. 1, 2018.

ESTRELA, C. et al. Mechanism of action of bioactive endodontic materials. Brazilian Dental Journal, v. 34, n. 1, p. 1-11, jan./fev. 2023.

KAKANI, A. K. et al. A review on perforation repair materials. Journal of Clinical and Diagnostic Research, v. 9, n. 9, 2015.

LOPES, H. P.; SIQUEIRA JÚNIOR, J. F. Endodontia: biologia e técnica. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

MELO, P. A. V. et al. Perfuração radicular cervical: relato de um caso clínico. Rev. Odontol. Univ. Cid. São Paulo, v. 23, n. 3, p. 266-272, 2011.

MENTE, J. et al. Treatment outcome of mineral trioxide aggregate: repair of root perforations. Journal of Endodontics, v. 36, p. 208-213, 2010.

PANCHAL, S. et al. Repair of iatrogenic furcal perforation with mineral trioxide aggregate: a case report. Cureus, v. 16, n. 6, e62035, jun. 2024.

PARIROKH, M.; TORABINEJAD, M.; DUMMER, P. M. H. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview – part I: vital pulp therapy. International Endodontic Journal, v. 51, n. 2, p. 177-205, fev. 2018.

SAED, S.; ASHLEY, M.; DARCEY, J. Perfurações radiculares: etiologia, estratégias de tratamento e resultados. Br. Dent. J., v. 220, p. 171-180, 2016.

SARAO, S. K.; BERLIN-BRONER, Y.; LEVIN, L. Occurrence and risk factors of dental root perforations: a systematic review. Int. Dent. J., v. 71, n. 2, p. 96-105, ago. 2020.

Solanki NP, Venkappa KK, Shah NC. Biocompatibilidade e capacidade de selamento do agregado de trióxido mineral e da biodentina como material de obturação retrógrada: uma revisão sistemática. Journal of Conservative Dentistry: Journal of Computational Dynamics. 21(1):10–15. 2018

SURYAWANSHI, T. et al. From crisis to victory: rescuing root canal treatment with bioactive material in a nail-biting case of furcal perforation. Cureus, v. 16, n. 5, e60414, maio 2024.

TORABINEJAD, M.; PARIROKH, M.; DUMMER, P. M. H. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview – part II: other clinical applications and complications. International Endodontic Journal, v. 51, n. 3, p. 284-317, mar. 2018.

TOUBES, K. S. et al. Bio-C Repair – a new bioceramic material for root perforation management: two case reports. Brazilian Dental Journal, v. 32, n. 1, p. 104-110, jan./fev. 2021.

ÜSTÜN Y, et al. O efeito da contaminação sanguínea na resistência ao deslocamento de diferentes materiais reparadores endodônticos. J Oral Sci. 2015;57(3):185–90

WANG, X. et al. Clinical application of calcium silicate-based bioceramics in endodontics. Journal of Translational Medicine, v. 21, n. 1, p. 853, 25 nov. 2023.

YEE MUN, H. et al. Management of strip perforation on the upper front tooth and tooth rehabilitation using flexible glass fiber post: a case report. Cureus, 2024.

ZAHRAN, S.; MANNOCCI, F.; KOLLER, G. Assessing the iatrogenic contribution to contamination during root canal treatment. Journal of Endodontics, v. 48, n. 4, p. 479-486, abr. 2022.