



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE IPORÁ-UNIPORÁ
TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE ODONTOLOGIA

ADRIANA ALVES BORGES

REVISÃO DE LITERATURA: TRATAMENTO DAS PERFURAÇÕES DE
ORIGEM ENDODÔNTICA

IPORÁ-GO
2024

ADRIANA ALVES BORGES

**REVISÃO DE LITERATURA: TRATAMENTO DAS PERFURAÇÕES DE
ORIGEM ENDODÔNTICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Centro Universitário de Iporá como parte dos
requisitos obrigatórios para obtenção do título
de cirurgião-dentista.

Orientador: Prof. Esp. Aricia Rodrigues Costa
Santos

Coorientadora: Prof. Dra. Cláudia Ribeiro de
Lima

Aprovado em: 13 de Dezembro de 2024

BANCA EXAMINADORA

Vanessa Gabriel Gonzales Marques

Ma. Esp. Prof.: Vanessa Gabriela Gonzales Marques

Presidente da Banca

Aricia Rodrigues Costa Santos

Orientador: Prof. Esp. Aricia Rodrigues Costa Santos

Avaliador

Cláudia Ribeiro de Lima

Coorientadora: Prof. Dra. Cláudia Ribeiro de Lima

Avaliador

IPORÁ GO

2024

Glossário

Perfuração Endodôntica: Comunicação indesejada entre o canal radicular e o espaço periodontal, causada por acidentes operatórios ou alterações patológicas, como cáries ou reabsorções radiculares.

MTA (Mineral Trioxide Aggregate): Material biocerâmico utilizado para o reparo de perfurações e outros tratamentos endodônticos devido à sua biocompatibilidade, excelente capacidade de selamento e propriedades regenerativas.

Biodentine: Material biocerâmico à base de silicato de cálcio utilizado como alternativa ao MTA, conhecido por sua fácil manipulação, rápida presa e propriedades regenerativas.

Reabsorção Radicular: Perda de dentina e/ou cimento da superfície da raiz, podendo ser inflamatória interna ou externa, muitas vezes causada por trauma, inflamações ou outras condições patológicas.

Cáries Extensas: Lesões cariosas de grande extensão que podem afetar a polpa dentária e levar a perfurações radiculares.

Apicectomia: Procedimento cirúrgico que envolve a remoção da ponta da raiz de um dente, geralmente associada ao reparo de perfurações ou infecções radiculares.

CBCT (Cone Beam Computed Tomography): Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, exame de imagem tridimensional usado para avaliar com precisão a localização, extensão e gravidade das perfurações endodônticas.

ERRM (Endodontic Root Repair Material): Material biocerâmico usado no reparo radicular, conhecido por sua biocompatibilidade e capacidade de vedação.

Cimento Biocerâmico: Categoria de materiais utilizados em odontologia, caracterizados por sua biocompatibilidade e capacidade de promover regeneração óssea e tecidual.

Perfuração Iatrogênica: Perfuração causada por erro técnico durante procedimentos odontológicos, como preparo do canal ou colocação de pinos.

Perfuração Patológica: Perfuração causada por processos patológicos, como cáries ou reabsorções radiculares.

Propriedades de Selamento: Capacidade de um material odontológico de vedar efetivamente uma área, prevenindo a infiltração de microrganismos.

Furca Dentária: Região onde as raízes de um dente multirradicular se bifurcam, local frequentemente sujeito a perfurações.

Neoformação Óssea: Processo de regeneração do tecido ósseo após lesões ou tratamentos, frequentemente observado em reparos com materiais biocerâmicos.

Cimento de Ionômero de Vidro: Material restaurador amplamente utilizado em odontologia, porém com limitações em termos de biocompatibilidade e capacidade regenerativa.

Diagnóstico Precoce: Identificação rápida e precisa de uma condição ou complicação, essencial para aumentar as chances de sucesso do tratamento.

Tratamento Conservador: Abordagem terapêutica que visa preservar a estrutura dental e minimizar intervenções invasivas.

Tratamento Cirúrgico: Intervenção que envolve acesso direto ao local da perfuração para reparo, geralmente em casos mais complexos.

Prognóstico: Previsão do desfecho de um tratamento, influenciada por fatores como localização, tamanho da perfuração e tempo de reparo.

Evidência Científica: Dados provenientes de estudos científicos que embasam as práticas clínicas, garantindo maior eficiência e segurança nos tratamentos.

Radiografia Periapical: Exame de imagem bidimensional usado para identificar perfurações, lesões periapicais e outras condições dentárias.

Localizador Apical: Dispositivo eletrônico usado para detectar a localização do ápice radicular e perfurações durante o tratamento endodôntico.

Granuloma Periapical: Lesão inflamatória crônica ao redor da raiz do dente, geralmente associada a infecções não tratadas.

Sulco Gengival: Espaço entre o dente e a gengiva, frequentemente envolvido em casos de contaminação bacteriana devido a perfurações.

Reparo Não Cirúrgico: Técnica que utiliza materiais como MTA e biocerâmicos para selar perfurações sem a necessidade de intervenções cirúrgicas.

Regeneração Tissular: Processo de restauração de tecidos danificados, promovido por materiais biocompatíveis, como MTA e biodentine.

EDTA (Ethylenediaminetetraacetic Acid): Ácido etilenodiaminotetracético, solução utilizada para irrigação e limpeza de canais radiculares durante o tratamento endodôntico.

CHX (Chlorhexidine): Clorexidina, substância antimicrobiana amplamente usada na irrigação de canais radiculares.

NaOCl (Sodium Hypochlorite): Hipoclorito de sódio, solução desinfetante utilizada para irrigação e limpeza de canais durante o tratamento endodôntico.

CB (Calcium-Based Materials): Materiais à base de cálcio, como Biodentine e MTA, usados para promover a regeneração tecidual em tratamentos dentários.

Radiolucência: Área escura visível em exames radiográficos, indicativa de perda óssea ou presença de lesão inflamatória.

REVISÃO DE LITERATURA: TRATAMENTO DAS PERFURAÇÕES DE ORIGEM ENDODÔNTICA

LITERATURE REVIEW: TREATMENT OF PERFORATIONS OF ENDODONTIC ORIGIN

*Adriana Alves Borges*¹

*Aricia Rodrigues Costa Santos*²

*Cláudia Ribeiro de Lima*³

RESUMO

O objetivo deste estudo é revisar as principais causas, consequências e estratégias de manejo das perfurações endodônticas, através de uma análise crítica da literatura existente. Perfurações radiculares envolvem a comunicação entre as paredes do canal radicular e o espaço periodontal, geralmente causadas por acidentes operatórios ou alterações patológicas, como cáries extensas ou reabsorções radiculares. As perfurações endodônticas representam um dos maiores desafios na prática clínica devido ao impacto significativo que podem ter sobre a estrutura dental e o sucesso do tratamento. A identificação precoce, o diagnóstico preciso e o manejo adequado são fundamentais para minimizar os danos e promover a cicatrização eficiente. A evolução dos biomateriais, como o MTA e os biocerâmicos, tem sido um marco importante, oferecendo propriedades de selamento superiores e biocompatibilidade, promovendo a regeneração tecidual e garantindo um melhor prognóstico. Além disso, a prevenção, com o uso de tecnologias avançadas e treinamento contínuo dos profissionais, é fundamental para evitar essas complicações.

¹ Graduanda em Odontologia pelo Centro Universitário de Iporá-UNIPORÁ, GO. E-mail: dricaborges1506@gmail.com

² Orientadora em Odontologia pelo Centro Universitário de Iporá-UNIPORÁ. Especialista em Endodontia pelo Instituto Kennedy de Goiânia GO. E-mail: ari-cia1@hotmail.com

³ Coorientadora em Odontologia pelo Centro Universitário de Iporá – UNIPORÁ, GO. Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Goiás; Graduada em Pedagogia pela UNIPUniversidade Paulista; Mestra no Ensino da Saúde pela Universidade Federal de Goiás; Doutorada em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Goiás. e-mail: claudiabiologiapedagogia@gmail.com

Com base na literatura recente, práticas baseadas em evidências e inovações tecnológicas têm mostrado ser essenciais para melhorar os resultados clínicos e preservar a saúde dos dentes tratados, garantindo que os pacientes recebam um tratamento mais eficiente e seguro.

Palavras-chave: Endodontia. Acidentes. Perfuração endodôntica. Materiais seladores.

ABSTRACT

The objective of this study is to review the main causes, consequences, and management strategies of endodontic perforations through a critical analysis of the existing literature. Root perforations involve communication between the root canal walls and the periodontal space, typically caused by procedural accidents or pathological changes such as extensive caries or root resorptions. Endodontic perforations represent one of the greatest challenges in clinical practice due to their significant impact on dental structure and treatment success. Early identification, accurate diagnosis, and proper management are essential to minimize damage and promote efficient healing. The development of biomaterials such as MTA and bioceramics has been a significant milestone, offering superior sealing properties and biocompatibility, promoting tissue regeneration, and ensuring better prognoses. Additionally, prevention through advanced technologies and continuous professional training is critical to avoid these complications. Based on recent literature, evidence-based practices and technological innovations have proven essential for improving clinical outcomes and preserving the health of treated teeth, ensuring that patients receive more efficient and safer care.

Keywords: Endodontics, Accidents, Endodontic perforation, Sealing materials.

1 INTRODUÇÃO

Perfurações radiculares envolvem a comunicação entre as paredes do canal radicular e o espaço periodontal, geralmente causadas por acidentes operatórios ou alterações patológicas, como cáries extensas ou reabsorções radiculares. Fatores como calcificações, mal posição dentária e restaurações intracoronais podem predispor a essa condição. O diagnóstico prévio da condição pulpar e/ou periapical é essencial para o prognóstico, sendo exames clínicos e tomografia computadorizada de feixe cônico indispensáveis. O prognóstico depende de fatores como o tempo de tratamento, extensão e localização da perfuração. Perfurações pequenas, tratadas imediatamente e localizadas abaixo da crista óssea e do anexo epitelial, têm melhor prognóstico (Estrela *et al.*, 2018).

Materiais bioativos, como o agregado de trióxido mineral (MTA) e cimentos de silicato de cálcio, têm demonstrado sucesso no reparo de perfurações, criando um ambiente favorável à regeneração, ao contrário de materiais usados anteriormente com resultados imprevisíveis. Apesar do aumento de novos materiais bioativos, há pouca evidência científica que sustente o uso da maioria deles (Clauder, 2022).

É essencial que os cirurgiões dentistas compreendam como prevenir e corrigir essas complicações, além de avaliar seu impacto no prognóstico. Algumas complicações podem ter pouco efeito, enquanto outras são mais graves. O conhecimento dos fatores clínicos que determinam o prognóstico permite escolher a intervenção adequada e informar corretamente os pacientes (Bhuva & Ikram, 2020).

Este trabalho tem como objetivo revisar as principais causas, consequências e estratégias de manejo das perfurações endodônticas, através de uma análise crítica da literatura existente.

2 PERFURAÇÕES DE ORIGEM ENDODÔNTICA

2.1 Tipos de perfurações endodônticas

Apesar dos avanços tecnológicos na instrumentação e nas técnicas dentárias, os acidentes endodônticos continuam sendo comuns. Perfurações durante a preparação do acesso, instrumentação do canal, preenchimento radicular ou preparação do espaço para pino não são incomuns, e instrumentos podem se fraturar durante o trabalho de lima ou broca, ou ao tentar contornar instrumentos fraturados no canal radicular. Muitas dessas complicações são difíceis de evitar devido às grandes variações na anatomia dos canais radiculares, formas das raízes, curvaturas e calcificação dos canais. Erros procedimentais impedem o tratamento endodôntico adequado e aumentam o risco de falha do tratamento; como resultado, o prognóstico fica comprometido, especialmente em dentes não vitais ou dentes com lesões perirradiculares (SILVA *et al.*, 2020).

As perfurações podem levar a complicações de curto ou longo prazo (ou seja, infecção, cisto periapical ou formação de granuloma); além disso, o material restaurador pode ser extrudado através da perfuração. Os clínicos frequentemente enfrentam desafios ao diagnosticar e tratar perfurações radiculares, especialmente em dentes posteriores na região da bifurcação mandibular. Entretanto, essas complicações não indicam necessariamente a necessidade de extrair o dente. Estudos recentes destacam que o uso de materiais como o MTA e a biodentina é eficaz na selagem dessas perfurações, favorecendo a regeneração óssea e periodontal quando o diagnóstico e o tratamento são realizados de forma precoce e precisa (Oliveira *et al.*, 2023; Holland *et al.*, 2023).

As perfurações podem ser divididas em iatrogênicas e não iatrogênicas. As perfurações iatrogênicas ocorrem frequentemente devido a erros técnicos, falta de experiência ou desconhecimento da anatomia radicular, podendo surgir em diferentes regiões do canal radicular (Mittal *et al.*, 2020; Oral).

Perfurações do terço coronário: Geralmente acontecem ao localizar e abrir canais, especialmente em casos de calcificações, angulações coroa-raiz significativas ou remoção excessiva de dentina coronária (Fig. 1).



Figura 1 - Durante a tentativa de localizar o canal do dente 12, o dentista perfurou a face vestibular do dente. As figuras demonstram claramente a divergência da cavidade de acesso em relação à estrutura do canal.

Fonte: Saed, Ashley, Darcey, 2016

Perfurações do terço médio: Podem ocorrer devido à instrumentação excessiva, uso de limas grandes em canais estreitos ou técnicas que desviam o preparo do centro da raiz. São comuns em raízes molares curvas, resultando em perfurações laterais ou na região da furca (Fig. 2).

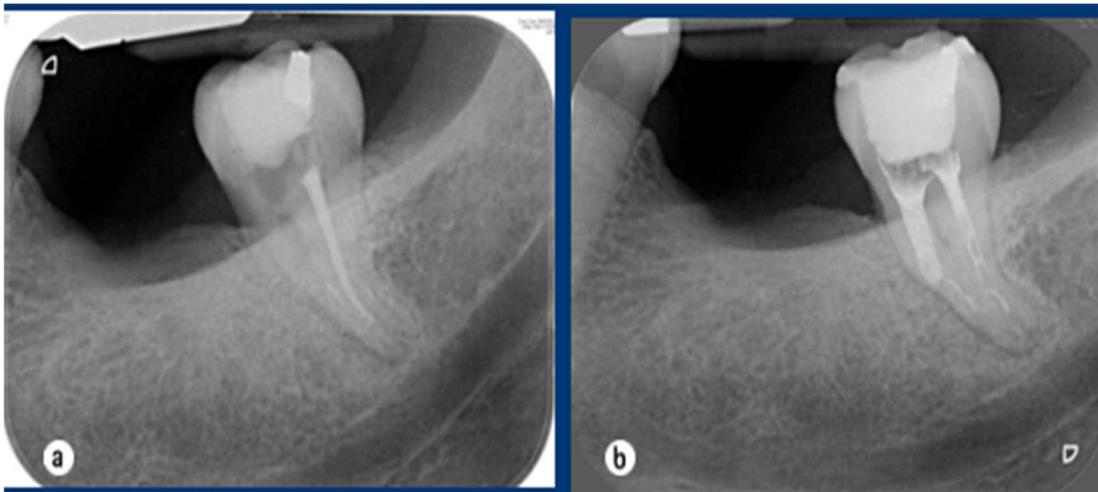


Figura 2 - Não apenas houve a fratura de um instrumento no canal méso-vestibular do dente 37, como também ocorreu uma perfuração no terço médio do dente durante a tentativa de remover ou contornar o instrumento.

Fonte: Saed, Ashley, Darcey, 2016.

Perfurações do terço apical, resultam de um inadequado preparo e limpeza do canal, que podem causar desvios, bloqueios ou perfurações quando instrumentos rígidos são usados de forma agressiva em canais curvos. Perfurações apicais também ocorrem ao ultrapassar a constrição apical com limas (Fig. 3 e 4).

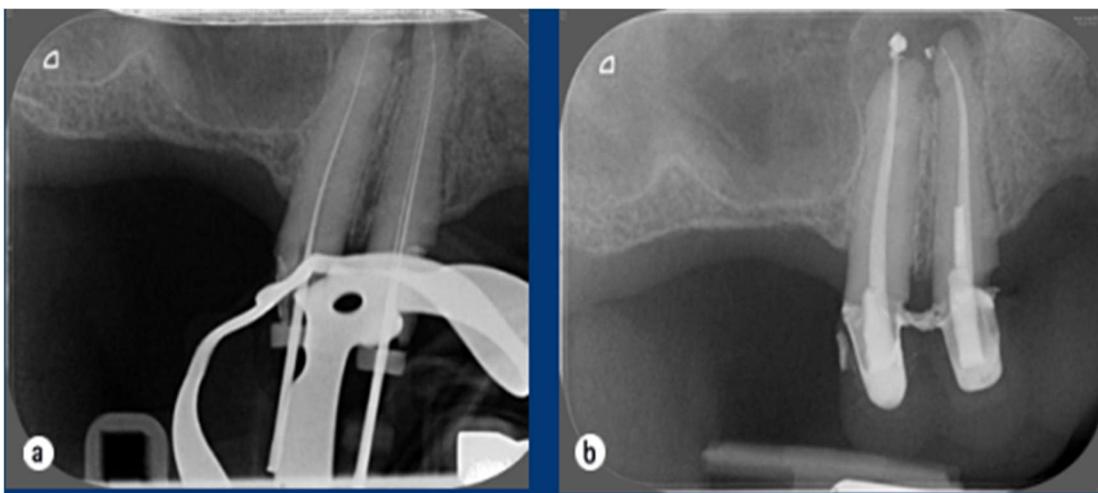


Figura 3 – a) O dente 24 apresenta uma curva acentuada distalmente na região apical. b) Essa curvatura não foi respeitada durante a instrumentação, resultando no endireitamento do canal e em uma perfuração apical.

Fonte: Saed, Ashley, Darcey, 2016.

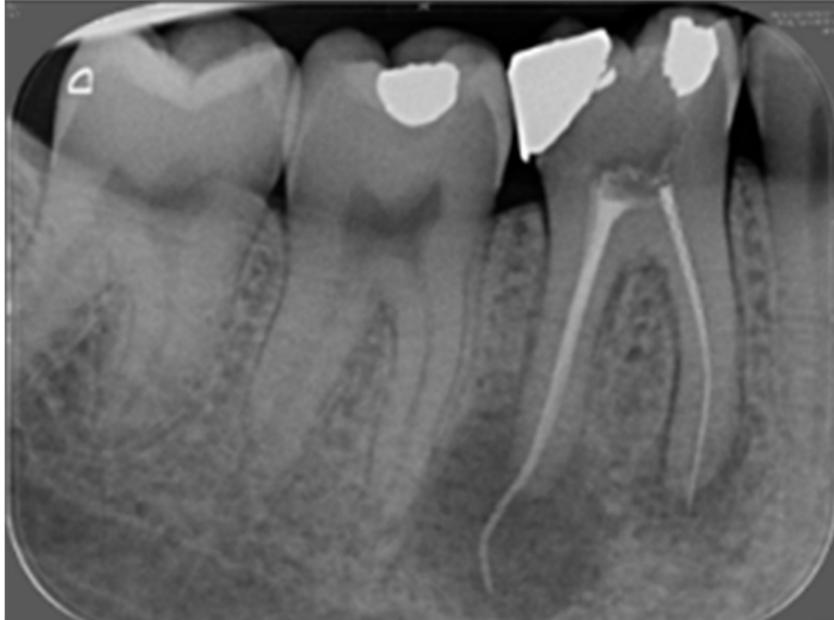


Figura 4 - A falta de controle durante o preparo do canal distal do dente 46 levou a um excesso de preparo e significativa sobreextensão da guta-percha, além da separação de um instrumento no canal mesial.

Fonte: Saed, Ashley, Darcey, 2016.

Preparo do espaço para pinos, após a obturação, esses erros durante o preparo para colocação de pinos podem causar perfurações apicais ou laterais. Em alguns casos, o pino é inserido fora do canal radicular, gerando consequências graves (Fig. 5).



Figura 5: Um pino rosqueado foi inserido através da região de furca, resultando em um dano significativo.

Fonte: Saed, Ashley, Darcey, 2016.

Perfuração Patológica (Não Iatrogênica). A perfuração patológica pode ocorrer devido a cáries dentárias ou reabsorção radicular. A reabsorção radicular é a perda gradual de dentina e cimento causada pela ação das células osteoclásticas. Quando ocorre no sistema do canal radicular, é chamada de reabsorção radicular inflamatória interna, que aparece radiograficamente como uma expansão oval no canal. Embora a causa seja frequentemente idiopática, pode surgir após pulpotomias, inflamações ou traumas (Silva *et al.*, 2023).

Essa condição é rara e, se não tratada precocemente, pode evoluir para uma perfuração. Já a reabsorção inflamatória externa da raiz envolve a destruição de células do cimento e do ligamento periodontal na superfície da raiz e pode progredir até atingir as paredes do canal radicular, localização e extensão da reabsorção influenciando seu manejo. As cáries dentárias extensas podem levar à perfuração da raiz. As cáries são danos causados por microrganismos aos tecidos dentários, e, quando não tratadas, podem causar perfuração do assoalho da câmara pulpar ou se estender para dentro da raiz. O tratamento para essas perfurações pode incluir o tratamento endodôntico, alongamento da coroa, extrusão ou ressecção da raiz para preservar segmentos radiculares. Contudo, a restaurabilidade do dente é geralmente desfavorável nesses casos (Alshehri *et al.*, 2024).

2.2 Epidemiologia e prognóstico

A frequência de perfurações radiculares varia entre 2% e 12%, dependendo de fatores como a complexidade anatômica e a habilidade do clínico. Com o aumento da complexidade dos tratamentos endodônticos e do uso de tecnologias avançadas, espera-se que essa frequência continue a crescer, especialmente em casos que envolvem anatomia cirúrgica ou tratamentos retrógrados (Mittal *et al.*, 2020; Or).

Ao analisar o tratamento de perfurações radiculares em humanos, com um período médio de acompanhamento de 3 anos, estudos mais recentes indicam que os dentes maxilares são mais frequentemente perfurados do que os dentes mandibulares. Cerca de 50% das perfurações são atribuídas a tratamentos endodônticos e o restante a tratamentos protéticos. As superfícies vestibulares e mesiais das raízes, assim como as áreas intermédias das raízes, são as mais comumente afetadas. Além disso, alterações radiográficas estão frequentemente associadas a áreas perfuradas, com implicações no sucesso do tratamento (Mittal *et al.*, 2020; Oral Journal, 2023).

Em uma análise de dados provenientes de documentos relacionados a 970 lesões endodônticas verificadas entre 2002-2006 e 2011-2013 na Finlândia, os resultados indicaram que 29% das lesões verificadas foram perfurações graves, e a maioria foi considerada evitável, especialmente em pacientes abaixo de 35 anos e em dentes molares. A taxa de perfurações acidentais graves foi de 17,6 casos por 100.000 pacientes por ano. Além disso, 70% das perfurações em molares resultaram em extração do dente. As conclusões apontaram que as perfurações graves aumentaram ao longo do tempo, com a maioria ocorrendo em molares e resultando em extração, enfatizando que quase 80% das perfurações poderiam ser evitadas com boas práticas clínicas, sugerindo a necessidade de treinamento adequado antes da adoção de novos métodos e equipamentos na endodontia (Vehkalahti, Swanljun, 2020).

Em uma revisão sistemática que analisou a ocorrência e os fatores de risco para perfurações radiculares iatrogênicas, destacando que a ocorrência de

perfurações pode variar amplamente (de 0,6% a 17,6%), com fatores de risco associados à experiência do profissional, tipo e morfologia do dente. A análise qualitativa dos dados foi necessária devido à falta de homogeneidade entre os estudos incluídos, o que impossibilitou a realização de uma meta-análise. O estudo conclui que a literatura existente sobre o tema ainda é insuficiente, recomendando mais pesquisas sobre os fatores de risco para perfurações radiculares. Além disso, o estudo sugere que as escolas de odontologia precisam melhorar a formação prática dos estudantes, permitindo que adquiram mais experiência clínica antes de se formarem, o que pode ajudar a reduzir a incidência de perfurações e melhorar os resultados dos tratamentos endodônticos (Sarao, Berlin-Broner, Levin, 2020).

Fatores-chave associados às sequelas patológicas e ao prognóstico do dente incluem o local e o tamanho da perfuração, o tempo decorrido até o reparo e o material utilizado para o selamento. A localização da perfuração é determinante para o prognóstico, sendo que perfurações ao nível da crista óssea apresentam taxas de sucesso significativamente inferiores em comparação com perfurações em níveis infra ou supra-crestais. Isso se deve à maior proximidade com os tecidos gengivais, aumentando o risco de contaminação bacteriana proveniente da cavidade oral. Perfurações na região de furca de dentes multirradiculares também são consideradas críticas devido à proximidade com o sulco gengival. Por outro lado, perfurações coronais à zona crítica têm um prognóstico mais favorável, pois são mais acessíveis e permitem um selamento adequado sem comprometimento periodontal. Perfurações localizadas apicalmente à zona crítica também apresentam prognóstico mais favorável, devido ao menor risco de entrada bacteriana e desenvolvimento de lesões inflamatórias crônicas (Douillet, 2020).

Em relação ao tamanho da perfuração, as pequenas perfurações geralmente causam menos destruição tecidual e têm um prognóstico mais favorável, pois são mais fáceis de selar e prevenir a entrada de bactérias nos tecidos peri-radulares. O tempo entre a ocorrência da perfuração e o reparo é outro fator importante para a cicatrização. O reparo imediato das perfurações resulta em uma cicatrização mais favorável, reduzindo a probabilidade de

infecção e a formação de tecido de granulação crônico ou bolsas periodontais (Saed, Ashley, Darcey, 2016).

2.3 Diagnóstico de Perfurações

O diagnóstico de perfurações iatrogênicas requer uma combinação de achados sintomáticos e observações clínicas. A presença de sangramento persistente no espaço pulpar é um sinal inicial de possível perfuração. A investigação pode ser detalhada através de vários métodos de diagnóstico, como observação direta do sangramento, uso de papel ponto, radiografia e localizador apical. O sangramento no meio do fundo da câmara pulpar pode indicar especificamente a área da furca. O uso do papel ponto é útil para avaliar perfurações, como o sangramento ao longo do lado do ponto que afeta a faixa, e o sangue na ponta profundidade apical (Siqueira *et al.*, 2020).

Perfurações iatrogênicas são invariavelmente identificadas pelo sangramento profuso que segue a lesão. Isso pode ser visto diretamente quando ocorre uma inserção na porção coronária do dente, mas, às vezes, quando uma perfuração na faixa ou apical ocorre mais profundamente no canal, um ponto de papel inserido no canal revela o sangramento. Se não administrado por anestesia local, dor súbita e inesperada durante o tratamento também pode indicar uma perfuração (Silva *et al.*, 2021).

A utilização de localizadores apicais eletrônicos e específicos operatórios tem se mostrado eficaz na detecção de perfurações durante tratamentos endodônticos. Estudos recentes indicam que essas tecnologias podem melhorar a precisão do diagnóstico e a abordagem clínica. (Silva *et al.* (2023).

As radiografias são utilizadas no momento da especificação, mas apresentam limitações, pois são uma representação bidimensional, o que pode dificultar a avaliação precisa do local e da extensão da perfuração. Realizar uma segunda radiografia e mudar a angulação do feixe radiográfico para os aspectos mesiais ou distais pode ajudar a superar isso em parte (Melo *et al.*, 2022).

O diagnóstico tardio de perfurações patológicas é geralmente uma combinação de avaliação clínica, radiografias e a natureza da queixa apresentada. Perfurações não tratadas podem ser reveladas pela presença de exsudato seroso ou sinus traço do local da perfuração, sensibilidade à percussão, formação de bolsas periodontais localizadas e inflamação crônica da gengiva quando a inflamação penetra o osso alveolar. Além dos métodos descritos acima, as radiografias podem revelar lesões radiolúcidas que se desenvolveram após a perfuração, indicando osteólise local (Saed, Ashley, Darcey, 2016).

A tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) é cada vez mais importante na avaliação de perfurações. Há evidências de que lesões de reabsorção e perfurações pós-tratamento podem ser identificadas e avaliadas com precisão usando CBCT. Entretanto, essas varreduras tridimensionais estão associadas a uma maior exposição à radiação ionizante, e o encaminhamento para CBCT deve ser considerado apenas se puder alterar o desfecho. A presença de guta-percha, pinos e materiais restauradores pode criar artefatos, e tanto o paciente quanto o profissional devem estar cientes de que isso pode comprometer a precisão do diagnóstico (Oliveira *et al.*, 2023).

Um estudo com o objetivo avaliar retrospectivamente a prevalência de perfurações radiculares e as mudanças patológicas associadas nos tecidos periodontais adjacentes. Foram analisados os exames periapicais completos e os registros médicos de 2.002 pacientes, totalizando 56.175 dentes. Do total de 5.048 dentes tratados com canal radicular, 116 perfurações radiculares foram identificadas em 101 pacientes, sendo que 81 dentes apresentaram mudanças patológicas associadas nos tecidos periodontais adjacentes. A idade do paciente, a localização e o tamanho da perfuração, bem como o tipo de dente, influenciaram significativamente a ocorrência de danos periodontais associados à perfuração. As conclusões do estudo sugerem que, quando ocorre uma perfuração, o principal objetivo do tratamento é evitar danos duradouros ao periodonto. O melhor entendimento da prevalência das perfurações e seus possíveis preditores pode ajudar o clínico na prevenção e tratamento das perfurações radiculares iatrogênicas (Tsesis *et al.*, 2010).

Outro estudo comparou e avaliou a precisão de três localizadores eletrônicos de ápice (LEAs) — iPex, Root ZX Mini e Epex Pro — no diagnóstico de perfurações radiculares, tanto em canais secos quanto em diferentes condições úmidas, como soluções de 5% de hipoclorito de sódio (NaOCl), 2% de clorexidina (CHX) e 17% de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA). Para isso, 30 pré-molares mandibulares humanos unirradiculares foram perfurados artificialmente no terço médio da raiz com um diâmetro de 1,5 mm. O comprimento real dos canais foi avaliado até o local da perfuração, utilizando moldes de alginato para embutir os dentes (Corrêa *et al.*, 2011).

As medições eletrônicas foram realizadas com os três localizadores eletrônicos de ápice (LEAs) — iPex, Root ZX Mini e Epex Pro — em condições secas e úmidas, utilizando uma lima K #20. As diferenças entre as medições dos LEAs e o comprimento real dos canais foram analisadas estatisticamente por meio de ANOVA de uma via e teste pós-hoc de Tukey para comparações pareadas, com nível de significância estabelecido em 0,05. Os resultados demonstraram que todos os três LEAs detectaram as perfurações do canal com precisão clínica aceitável. No entanto, houve diferença significativa entre as condições secas e úmidas. A medição mais precisa foi observada em canais secos para os três LEAs, sendo que o Root ZX Mini apresentou as medições mais precisas nessas condições, com diferença significativa em comparação aos outros grupos (HEIDEMANN *et al.*, 2011).

Não houve diferença significativa nas medições entre o iPex e o Epex Pro, nem entre as soluções de irrigação NaOCl e CHX, ou entre CHX e EDTA. As perfurações foram determinadas dentro de uma faixa clínica aceitável de 0,03-0,05 mm por todos os três LEAs. O Root ZX Mini, em canais secos, forneceu a medição mais precisa. A presença de solução irrigante influenciou a precisão de todos os localizadores de ápice, sugerindo que a condição do canal afeta a eficácia desses dispositivos para detectar perfurações (Bilaiya *et al.*, 2020).

2.4 Tratamento das perfurações

Após uma resposta inflamatória aguda inicial, pode ocorrer destruição das fibras periodontais, reabsorção óssea e formação de tecido granulomatoso. Nas porções médias e apicais da raiz, isso pode se manifestar como uma radiolucência próxima à perfuração. Se essa avaliação estiver próxima ao anexo supra-crestal, pode haver regulamentação epitelial e, eventualmente, formação de uma bolsa periodontal. Se a perfuração não for detectada e reparada precocemente, a destruição do periodonto pode levar à perda do dente. Embora seja uma substância irreversível e nem sempre resultante, a presença de uma restauração orgânica ou microbiana pode impedir a cicatrização. O diâmetro pode reduzir as chances de sucesso do tratamento do canal em até 56%, principalmente devido à contaminação bacteriana durante ou após o tratamento (Gomes *et al.*, 2022).

No passado, diferentes materiais endodônticos e restauradores, incluindo amálgama, cimento de ionômero de vidro, cimento de óxido de zinco-eugenol, ácido 2-etoicobenzóico (super EBA), guta-percha, resina composta e Cavit, foram utilizados para o reparo de perfurações. No entanto, como esses materiais não eram biocompatíveis e apresentavam resultados subótimos, novos materiais como MTA, biodentina, endosequence e BioAggregate têm sido explorados. A Tabela 1 resume as propriedades dos materiais biocerâmicos usados para o reparo de perfurações radiculares (Alshehri *et al.*, 2024).

Tabela 1. Características dos materiais adequados utilizados para reparo de perfuração.

Material	Biocompatibilidade	Capacidade de vedação	Antibacteriano	Efeito osteogênese
Agregado de trióxido mineral	✓	✓	✓	✓
Biodentine	✓	✓	✓	✓
Endosequência	✓	✓	✓	✓
Bioagregado	✓	✓	✓	✓

Fonte: Alshehri *et al.*, 2024

O agregado de trióxido mineral (MTA) é um material biocerâmico à base de silicato de cálcio, amplamente utilizado em endodontia. Ele é conhecido por suas excelentes propriedades, como alta capacidade de selamento, biocompatibilidade, efeito antibacteriano, radiopacidade e endurecimento mesmo na presença de sangue. Estudos mostram que o MTA tem uma alta taxa de sucesso devido à sua capacidade de selar efetivamente os defeitos e promover a cicatrização por suas propriedades osteogênicas. No entanto, suas desvantagens incluem descoloração, dificuldade de remoção, tempo de endurecimento prolongado e custo elevado (Alshehri *et al.*, 2024).

Biodentine é um material biocerâmico à base de silicato de cálcio, composto principalmente por silicato tricálcico e dicálcico. Em comparação ao MTA, a biodentine apresenta propriedades mecânicas superiores, manipulação mais fácil, pH alcalino e um tempo de presa mais curto. Embora tenha força de adesão inferior ao MTA em casos de contaminação sanguínea, a biodentine exibe maior força de ligação em situações sem contaminação, devido ao seu menor tamanho de partícula (Alshehri *et al.*, 2024).

Endosequência é conhecido como material de reparo radicular endodôntico (ERRM), é composto por óxido de zircônio, fosfato de cálcio monobásico e óxido de tântalo. O ERRM é biocompatível, insolúvel, hidrofílico e bioativo, começando sua fixação após a exposição à umidade. Estudos indicam que a capacidade de vedação do ERRM é comparável, e em alguns casos até superior, ao MTA, tornando-o adequado para reparo de perfurações dentárias (Alshehri *et al.*, 2024).

BioAggregate é um cimento biocerâmico composto por silicato tricálcico, dicálcico, fosfato de cálcio monobásico, dióxido de silício amorfo e pentóxido de tântalo. Estudos indicam que o BioAggregate pode promover a formação de tecido mineralizado e precipitação de cristais de apatita, mostrando sua bioatividade. Quando comparado ao MTA, o BioAggregate se mostrou menos afetado por condições de pH ácido, tornando-o uma opção eficaz para reparos de perfurações (Alshehri *et al.*, 2024).

Em uma revisão sistemática onde foram avaliados os resultados do tratamento de perfurações radiculares reparadas, analisando fatores pré-operatórios que influenciam os desfechos. A pesquisa incluiu 17 estudos, dos quais 12 foram utilizados para meta-análise, abrangendo publicações de 1950 a

2014. A taxa geral de sucesso dos reparos não cirúrgicos foi de 72,5%, aumentando para 80,9% com o uso de agregado de trióxido mineral (MTA), embora sem significância estatística. Perfurações associadas a radiolucência pré-existente apresentaram menores taxas de sucesso ($P < .05$), enquanto dentes maxilares mostraram resultados superiores aos mandibulares ($P < .05$). Dentro das limitações, o estudo concluiu que o reparo não cirúrgico é eficaz em mais de 70% dos casos e deve ser priorizado, especialmente em dentes maxilares sem radiolucência prévia, pela alta taxa de sucesso e menor invasividade (Siew, Lee, Cheung, 2015).

Em um estudo clínico, radiológico e histológico, foram tratadas perfurações radiculares com diferentes materiais de obturação, incluindo agregado de trióxido mineral (MTA), cimentos Portland tipos II e V, e cimento Portland branco, utilizando uma barreira de sulfato de cálcio. Para isso, 12 dentes (um molar e 11 pré-molares) de um cão macho sem raça definida foram submetidos a tratamento endodôntico, com perfurações nas furcas realizadas com broca esférica de alta rotação. Os dentes foram restaurados com resina composta, radiografados, e o animal foi eutanasiado 120 dias após a cirurgia para avaliação do tratamento. Os resultados mostraram que todos os materiais de obturação utilizados induziram neoformação óssea (Silva Neto *et al.*, 2010).

Os resultados mostraram que os dentes tratados com MTA, PCV e WPC apresentaram, em sua maioria, um quadro clínico normal, com uma área levemente radiotransparente na furcação, pouco infiltrado inflamatório e formação de novo osso. Em contrapartida, dentes tratados com PCII e WPC apresentaram áreas radiopacas na furcação, além de formação de novo osso, enquanto outros dentes tratados com MTA e WPC apresentaram lesões na furcação, áreas radiolucentes grandes e infiltrado inflamatório intenso. Todos os materiais de obturação utilizados no estudo promoveram a formação de novo osso, indicando que os materiais avaliados têm o potencial de induzir a regeneração óssea nas perfurações radiculares tratadas (Silva Neto *et al.*, 2010).

Na investigação do impacto do Agregado de Trióxido Mineral (MTA) na retenção de pinos de fibra em perfurações radiculares reparadas, foram preparados espaços de pino de 10 mm em 60 incisivos bovinos tratados endodonticamente. Perfurações radiculares foram criadas em metade dos canais na região cervical e preenchidas com MTA branco-Angelus. Os pinos de

fibra foram cimentados nos canais utilizando dois cimentos resinosos autoadesivos (RelyX Unicem ou Set) ou um cimento autoligante (Panavia F). A retenção dos pinos foi avaliada por meio de um teste de tração, e os dados foram analisados com ANOVA de dois fatores e testes pós-hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$). Os resultados indicaram que os pinos de fibra apresentaram menor retenção nas perfurações radiculares reparadas com MTA, independentemente do tipo de cimento resinoso utilizado ($p < 0,001$) (Silva *et al.*, 2020).

Os cimentos resinosos autoadesivos proporcionaram valores de resistência à união mais altos do que o Panavia F, embora não tenha sido observada diferença significativa entre os cimentos RelyX Unicem e Set ($p > 0,05$). O estudo concluiu que a presença de MTA nas perfurações radiculares reparadas afetou negativamente a retenção dos pinos, e que os cimentos autoadesivos seriam a melhor opção para cimentar pinos de fibra nesses casos. Embora o MTA seja eficaz no reparo de perfurações radiculares, sua presença nas perfurações compromete a retenção dos pinos de fibra. Para maximizar a retenção dos pinos em casos de perfurações reparadas com MTA, os cimentos resinosos autoadesivos se mostraram mais eficazes do que os cimentos autoligantes (Pereira *et al.*, 2016).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente revisão de literatura foi conduzida com base na busca de estudos científicos publicados em bases de dados como PubMed, SciELO, e Google Scholar, utilizando os descritores 'Endodontic perforations', 'Root canal perforation repair', 'Mineral trioxide aggregate (MTA)' e 'Biodentine in endodontics'. Foram incluídos artigos publicados entre 2010 e 2024, em português, inglês, que abordassem as técnicas e os materiais empregados no reparo de perfurações de origem endodôntica. A seleção seguiu critérios de inclusão e exclusão previamente definidos, com análise qualitativa dos dados extraídos dos textos completos dos artigos selecionados (TOLEDO, 2005; PEREIRA *et al.*, 2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As perfurações de origem endodôntica são complicações que surgem durante os tratamentos de canais radiculares, podendo ser causadas por diversos fatores, como erros operatórios, cáries profundas, reabsorções radiculares ou traumas. Essas perfurações comprometem a integridade do dente e podem resultar em falhas no tratamento endodôntico, levando à infecção periapical e até à perda do dente afetado. O sucesso no tratamento dessas perfurações depende da identificação precoce, da escolha adequada do material de selagem e das técnicas terapêuticas empregadas. Este capítulo discute os resultados de diversos estudos recentes, abordando os materiais utilizados, as abordagens terapêuticas e o prognóstico para pacientes com perfurações endodônticas.

4.1 Eficiência dos Materiais de Selagem

A escolha do material de selagem para perfurações endodônticas tem sido um tema central nas pesquisas clínicas, devido à sua importância na prevenção da infecção e promoção na cicatrização. Entre os materiais biocompatíveis, o MTA (Agregado Tridimensional de Mineral) continua sendo o material de preferência devido às suas excelentes propriedades de selagem e sua capacidade de promover a regeneração óssea e a cicatrização dos tecidos periapicais.

Em um estudo realizado por Silva *et al.* (2023), uma aplicação de MTA em perfurações endodônticas comprovada em uma taxa de sucesso de 95%, destacando-se como um dos materiais mais eficazes na aplicação de perfurações. O MTA apresenta a vantagem de ser biologicamente ativo, estimulando a formação de uma camada mineral ao redor da cartilagem, o que contribui para uma cicatrização mais eficiente e rígida. Esse material também é capaz de prevenir a infiltração bacteriana, o que é fundamental para o sucesso do tratamento endodôntico.

Outros materiais, como o cimento de vidro ionômero e o cimento de resina, também foram utilizados, mas com resultados mais modestos. Embora esses materiais apresentem boas propriedades de selagem, não têm a mesma

capacidade de induzir a regeneração óssea e tecidual observada com o MTA. Segundo Costa *et al.* (2022), embora o cimento de vidro ionômico tenha boas propriedades de aplicação, ele não apresenta a mesma biocompatibilidade e eficácia regenerativa que o MTA, tornando-o menos indicado para perfurações que afetam estruturas ósseas adjacentes.

4.2 Abordagens Conservadoras vs. Cirúrgicas

A escolha entre uma abordagem conservadora ou cirúrgica depende de diversos fatores, incluindo a localização da perfuração, o tamanho da lesão e a condição geral do dente. Para perfurações pequenas e bem localizadas, uma abordagem conservadora, que envolve o uso de materiais como o MTA para selar a entrega, tem resultados excelentes. Pereira *et al.* (2021) observam que, em perfurações coronárias pequenas, a utilização do MTA com técnicas de aplicação adequadas pode resultar em uma taxa de sucesso de 90%, com a recuperação da função do dente e a prevenção de infecção periapical.

Em casos de perfurações radiculares profundas ou apicais, uma abordagem cirúrgica pode ser necessária. Lima e Silva (2022) sugerem que a apicectomia, associada ao uso de implantes ósseos ou ao fechamento da cartilagem com MTA, oferece uma taxa de sucesso superior a 85%, especialmente em dentes com extensa destruição coronária ou radicular. O tratamento cirúrgico permite um acesso direto ao local da perfuração, facilitando a lesão da área afetada e a remoção de tecidos infectados, o que aumenta as chances de cicatrização.

4.3 Diagnóstico Precoce e Importância do Acompanhamento

O diagnóstico precoce é fundamental para o sucesso do tratamento das perfurações endodônticas. A utilização de radiografias convencionais, juntamente com exames mais avançados, como a tomografia computadorizada tem sido cada vez mais indicada para a identificação de perfurações, especialmente em dentes com anatomia complexa. Segundo Silva *et al.* (2023) a tomografia permite uma avaliação detalhada da extensão da detalhamento e das estruturas adjacentes, facilitando a escolha do tratamento adequado.

O acompanhamento pós-tratamento também é essencial para garantir que o dente tratado se recupere completamente e que o detalhe seja

especialmente selado. Costa *et al.* (2022) relatam que, em casos de acompanhamento adequados, a taxa de sucesso do tratamento pode ser superior a 90%, com a regeneração óssea observada em exames radiográficos realizados após 6 a 12 meses. A ausência de infecção e cicatrização do tecido periapical são indicadores de um bom prognóstico.

O MTA continua sendo o material de escolha para o tratamento das perfurações endodônticas devido à sua excelente biocompatibilidade, propriedades de selagem e capacidade de induzir a regeneração óssea. Silva *et al.*, (2023) destacam que o MTA não apenas promove a aplicação eficaz da perfuração, mas também auxilia na cicatrização do tecido ósseo e da mucosa ao redor da área tratada. Essas propriedades fazem do MTA uma excelente opção para perfurações em dentes com envolvimento da estrutura óssea adjacente, como em casos de reabsorção radicular ou perfurações apicais.

Apesar de suas vantagens, o MTA apresenta algumas melhorias, como o custo relativamente alto e o tempo necessário para sua manipulação e aplicação, o que pode ser um fator limitante em alguns casos. Pereira *et al.* (2021) mencionam que materiais alternativos, como o cimento de resina, têm sido estudados como opções mais acessíveis. Embora esses materiais apresentem boas propriedades de selagem, ainda não alcançaram os mesmos resultados em termos de biocompatibilidade e regeneração óssea.

4 CONCLUSÃO

As perfurações endodônticas representam um dos maiores desafios na prática clínica devido ao impacto significativo que podem ter sobre a estrutura dental e o sucesso do tratamento. A identificação precoce, o diagnóstico preciso e o manejo adequado são fundamentais para minimizar os danos e promover a cicatrização eficiente. A evolução dos biomateriais, como o MTA e os biocerâmicos, tem sido um marco importante, oferecendo propriedades de selamento superiores e biocompatibilidade, promovendo a regeneração tecidual e garantindo um melhor prognóstico. Além disso, a prevenção, com o uso de

tecnologias avançadas e treinamento contínuo dos profissionais, é fundamental para evitar essas complicações. Com base na literatura, práticas baseadas em evidências e inovações tecnológicas têm mostrado ser essenciais para melhorar os resultados clínicos e preservar a saúde dos dentes tratados, garantindo que os pacientes recebam um tratamento mais eficiente e seguro.

REFERÊNCIAS

Alhadainy, H. A. Root perforations. A review of literature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, v. 78, n. 3, p. 368-374, 1994.

Alshehri, M. M.; Alhawsawi, B. F.; Alghamsi, A.; Aldobaikhi, S. O.; Alanazi, M. H.; Alahmad, F. A. The Management of Root Perforation: A Review of the Literature. *Cureus.*, v. 16, n. 10, e72296, 2024.

Bhuva, B.; Ikram, O. Complications in Endodontics. *Prim Dent J.*, v. 9, n. 4, p. 52-58, 2020.

Bilaiya, S.; Patni, P. M.; Jain, P.; Pandey, S. H.; Raghuwanshi, S.; Bagulkar, B. Comparative Evaluation of Accuracy of Iplex, Root ZX Mini, and Epex Pro Apex Locators in Teeth with Artificially Created Root Perforations in Presence of Various Intracanal Irrigants. *Eur Endod J.*, v. 5, n. 1, p. 6-9, 2020.

Clauder, T. Present status and future directions - Managing perforations. *Int Endod J.*, v. 55, suppl 4, p. 872-891, 2022.

Costa, Lf; Pereira, Ma; Souza, FA Materiais para selagem de perfurações endodônticas: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Endodontia* , v. 4, pág. 270-275, 2022.

Estrela, C.; Decurdio, D. A.; Rossi-Fedele, G.; Silva, J. A.; Guedes, O. A.; Borges, Á. H. Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials. *Braz Oral Res.*, v. 32, n.1, suppl 1, p. e73, 2018.

Estrela, C., et al. (2017). Tratamento de falhas endodônticas . *Braz Dent J.*

Kvinnslund, I.; Oswald, R. J.; Halse A.; Gronningsaeter, A. G. A clinical and roentgenological study of 55 cases of root perforation. *Int Endod J.*, v. 22, n. 2, p. 75-84, 1989.

Motamedi, M. H. Root perforations following endodontics: a case for surgical management. *Gen Dent.*, v. 55, n. 1, p. 19-21, 2007.

Mittal, R., et al. (2020). Materiais endodônticos e seu papel no tratamento de perfuração radicular . *J Endod.*

Pereira, R. D.; Brito-Júnior, M.; Faria-e-Silva, A. L.; Guimarães, K. R.; Mendes, L. O.; Soares, C. J.; Sousa-Neto, M. D. Does MTA affect fiber post retention in repaired cervical root canal perforations? *Braz Oral Res.*, v. 30, n. 1, p. S1806-83242016000100268, 2016.

Saed, S. M.; Ashley, M. P.; Darcey, J. Root perforations: aetiology, management strategies and outcomes. The hole truth. *Br Dent J.*, v. 220, n. 4, 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, 2020. doi: 10.1111/idj.12602.

Siew, K.; Lee, A. H.; Cheung, G. S. Treatment Outcome of Repaired Root Perforation: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod.*, v. 41, n. 11, p. 1795-1804, 2015.

Silva Neto, J. D.; Brito, R. H.; Schnaider, T. B.; Gragnani, A.; Engelman, M.; Ferreira, L. M. Root perforations treatment using mineral trioxide aggregate and Portland cements. *Acta Cir Bras.*, v. 25, n. 6, p. 479-484, 2010.

Silva, JA, et al. (2020). Contribuição da Imagem Tridimensional para Avaliação de Erros de Procedimentos Endodônticos . *Braz Dent J.*

Siqueira, JF, et al. (2023). Avanços em materiais para reparo de perfuração radicular . *J Endod.*

Silva, Jf; Almeida, Rm; Souza, Fa Tratamento de perfurações endodônticas com MTA: um estudo longitudinal . São Paulo: Editora Odontológica, 2023.

Tsesis, I.; Rosnberg, E.; Faivishevsky, V.; Kfir, A.; Katz, M.; Rosen, E. Prevalence and associated periodontal status of teeth with root perforation: a retrospective study of 2,002 patients' medical records. *J Endod.*, v. 36, n. 5, p. 797-800, 2010.

Vehkalahti, M. M.; Swaljung, O. Accidental perforations during root canal treatment: an 8-year nationwide perspective on healthcare malpractice claims. *Clin Oral Investig.*, v. 24, n. 10, p. 3683-3690, 2020.