



UNIVERSIDADE CHRISTUS
CURSO DE ODONTOLOGIA

RAYLA SANTO RODRIGUES

**TIPOS DE TRATAMENTO PARA REMOÇÃO DE INSTRUMENTOS
ENDODÔNTICOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

FORTALEZA

2026

RAYLA SANTO RODRIGUES

TIPOS DE TRATAMENTO PARA REMOÇÃO DE INSTRUMENTOS
ENDODÔNTICOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Odontologia da
Universidade Christus, como requisito
parcial para obtenção do título de bacharel
em Odontologia.

Orientador(a): Prof. Dr. George Táccio de
Miranda Candeiro

FORTALEZA
2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R696t Rodrigues, Rayla.
 Tipos de tratamento para remoção de instrumentos endodônticos:
 uma revisão de literatura / Rayla Rodrigues. - 2026.
 32 f.

 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro
 Universitário Christus - Unichristus, Curso de Odontologia,
 Fortaleza, 2026.
 Orientação: Prof. Dr. George Táccio de Miranda Candeiro.

 1. fratura. 2. endodontia. 3. tratamento. I. Título.

CDD 617.6

RAYLA SANTO RODRIGUES

TIPOS DE TRATAMENTO PARA REMOÇÃO DE INSTRUMENTOS
ENDODÔNTICOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Odontologia
da Universidade Christus, como
requisito parcial para obtenção do título
de bacharel em Odontologia.

Orientador(a): Prof.
Dr. George Táccio de Miranda
Candeiro

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. George Táccio de Miranda Candeiro
(Orientador)
Universidade Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Ms. Camila Feijão
Universidade Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Esp. Victoria Silva
Universidade Christus (UNICHRISTUS)

Dedico este trabalho a Deus, por me conceder força, sabedoria e perseverança ao longo de toda a minha jornada. À minha família, pelo amor incondicional, apoio e incentivo constantes, que foram fundamentais em cada etapa da minha vida. Aos meus amigos, pela amizade, companheirismo e por compartilharem comigo os desafios e conquistas. Ao meu orientador, pela dedicação, paciência e pelos valiosos ensinamentos, essenciais para a realização e conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por sua infinita bondade, por iluminar meus caminhos e por me conceder força, sabedoria e perseverança durante toda esta trajetória acadêmica. Ao longo desta caminhada, enfrentei desafios, momentos de insegurança e obstáculos que muitas vezes pareciam difíceis de superar, mas foi por meio da fé que encontrei coragem para seguir em frente. Agradeço por todas as oportunidades, pelas pessoas colocadas em meu caminho e pela capacidade de transformar dificuldades em aprendizado. Sem Sua presença e proteção, a concretização deste sonho não teria sido possível.

À minha família, dedico minha mais profunda gratidão e todo o meu carinho. Vocês foram meu porto seguro em todos os momentos, oferecendo amor, apoio e incentivo incondicionais. Obrigado por acreditarem em mim mesmo quando eu duvidava das minhas próprias capacidades, por compreenderem minhas ausências, meus momentos de preocupação e pelas inúmeras vezes em que abriram mão de seus próprios interesses para que eu pudesse alcançar meus objetivos. Cada conquista obtida ao longo desta jornada carrega um pouco do esforço, da dedicação e do amor de vocês.

Aos meus amigos, expresso minha sincera gratidão pela amizade verdadeira, pelo companheirismo e por todo o apoio ao longo dessa caminhada. Obrigado por compartilharem comigo momentos de alegria, ansiedade, desafios e conquistas. Vocês estiveram presentes nos dias mais difíceis, oferecendo palavras de incentivo, apoio e compreensão, mas também fizeram parte dos momentos mais felizes, tornando esta trajetória muito mais leve e especial. Levarei comigo cada lembrança construída ao longo desses anos e a certeza de que a amizade de vocês foi fundamental para que eu chegasse até aqui.

Ao meu orientador, Professor George Candeiro, manifesto meu profundo agradecimento pela dedicação, paciência, disponibilidade e confiança depositada em mim durante o desenvolvimento deste trabalho. Sua orientação foi essencial não apenas para a realização desta pesquisa, mas também para meu crescimento acadêmico e profissional. Agradeço pelos ensinamentos compartilhados, pelas correções cuidadosas, pelas sugestões valiosas e pelo incentivo constante em busca da excelência. Sua competência, experiência e compromisso com a formação de seus alunos servem de inspiração e exemplo para todos aqueles que têm a oportunidade de aprender sob sua orientação.

Aos membros da banca examinadora, agradeço pela disponibilidade em participar deste momento tão importante da minha formação acadêmica. É uma grande honra contar com a avaliação de profissionais tão qualificados, cujos conhecimentos, experiências e contribuições certamente enriqueceram este trabalho. Agradeço pela atenção dedicada à leitura desta pesquisa e pelas considerações que contribuíram para meu aprimoramento acadêmico e profissional.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte desta jornada e contribuíram para que este sonho se tornasse realidade. Cada palavra de incentivo, cada gesto de apoio e cada demonstração de confiança tiveram um papel importante na construção desta conquista. Concluir esta etapa representa muito mais do que a obtenção de um título acadêmico; simboliza a superação de desafios, o amadurecimento pessoal e profissional e a realização de um sonho construído com esforço, dedicação e o apoio de pessoas especiais que marcaram minha trajetória.

A todos vocês, meu mais sincero, profundo e eterno agradecimento.

RESUMO

A fratura de instrumentos endodônticos constitui uma intercorrência relevante no tratamento endodôntico, com potencial de comprometer a desinfecção do sistema de canais radiculares e influenciar o prognóstico terapêutico. O presente estudo teve como objetivo analisar, por meio de revisão de literatura, as principais estratégias diagnósticas e terapêuticas relacionadas ao manejo dessa complicação, incluindo abordagens conservadoras, cirúrgicas e o impacto das tecnologias contemporâneas no planejamento clínico. Trata-se de uma revisão de literatura realizada nas bases de dados PubMed e SciELO, utilizando o descritor “Instrument fractures and endodontic treatment”, com inclusão de estudos publicados entre 2015 e maio de 2026, nos idiomas inglês e português, sendo a análise baseada em leitura crítica de relatos de caso e avaliação de desfechos clínicos e radiográficos. Os resultados evidenciam que a fratura de instrumentos possui etiologia multifatorial, associada principalmente à fadiga cíclica, fratura por torção e fatores operacionais, sendo sua repercussão clínica dependente de variáveis como localização do fragmento, condição pulpar e presença de infecção periapical. Observa-se ausência de consenso quanto à remoção como conduta padrão, uma vez que, embora frequentemente indicada quando tecnicamente viável, pode resultar em perda significativa de estrutura dentinária e aumento do risco de fragilização radicular. Alternativas terapêuticas como o ultrapassamento do fragmento (bypass), a manutenção do instrumento em casos selecionados e intervenções cirúrgicas demonstram bons resultados quando criteriosamente indicadas. O avanço de tecnologias como microscopia operatória, ultrassom, tomografia computadorizada de feixe cônico, Endodontia guiada e sistemas digitais tem ampliado a precisão, previsibilidade e segurança dos procedimentos. Conclui-se que o manejo de instrumentos endodônticos fraturados deve ser individualizado, fundamentado em análise criteriosa de risco-benefício e em parâmetros clínicos e anatômicos, sendo que a integração entre evidência científica e recursos tecnológicos contemporâneos favorece abordagens mais conservadoras, seguras e previsíveis, com impacto positivo nos desfechos endodônticos.

Palavras-chaves: fratura; endodontia; tratamento.

ABSTRACT

Tooth fracture of endodontic instruments is a relevant clinical complication during root canal treatment, with the potential to compromise adequate disinfection of the root canal system and negatively influence the treatment prognosis. This study aimed to analyze, through a literature review, the main diagnostic and therapeutic strategies related to the management of fractured instruments, including conservative and surgical approaches as well as the impact of contemporary technologies on clinical planning. This is a literature review conducted in the PubMed and SciELO databases using the descriptor “Instrument fractures and endodontic treatment,” including studies published between 2015 and May 2026 in English and Portuguese. The analysis was based on a critical reading of case reports and evaluation of clinical and radiographic outcomes. The findings show that instrument fracture has a multifactorial etiology, mainly associated with cyclic fatigue, torsional fracture, and operational factors, with clinical impact depending on variables such as fragment location, pulpal condition, and the presence of periapical infection. There is no consensus regarding instrument removal as a standard approach, since although it is frequently indicated when technically feasible, it may result in significant dentin loss and increased risk of root weakening. Alternative strategies such as bypassing the fragment, leaving the instrument in situ in selected cases, and surgical interventions have shown favorable outcomes when properly indicated. Advances in technologies such as operative microscopy, ultrasonic tips, cone-beam computed tomography, guided endodontics, and digital systems have improved the precision, predictability, and safety of procedures. It is concluded that the management of fractured endodontic instruments should be individualized, based on careful risk–benefit assessment and clinical and anatomical parameters, with the integration of scientific evidence and modern technologies favoring more conservative, safe, and predictable approaches with positive impacts on endodontic outcomes.

Keywords: fracture; endodontics; treatment.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Revisão de literatura	20
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATR - Autonomous Treatment Robot

CBCT - Cone Beam Computed Tomography

NiTi - Níquel-Titânio

RPM - Rotações por minuto

TCFC - Tomografia computadorizada de feixe cônico

XPF - XP Endo Finisher

NaOCl - Hipoclorito de sódio

Unichristus - Universidade Christus

TRFK- Terauchi File Retrieval

PRF- Plasma Rico em Fibrina

K- Lima tipo K (K-File)

H- Lima tipo H (Hedstroem)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1 Fratura de instrumentos endodônticos: etiologia, implicações clínicas e fatores determinantes para o tratamento.....	15
3.2 Técnicas conservadoras para remoção e ultrapassagem de instrumentos fraturados.....	16
3.3 Tratamentos cirúrgicos, prognóstico e avanços tecnológicos na remoção de instrumentos endodônticos.....	18
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
5 RESULTADOS.....	21
6 DISCUSSÃO.....	26
7 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

A Endodontia tem como principal objetivo a prevenção e o tratamento das alterações pulpare e periapicais por meio da limpeza, modelagem, desinfecção e obturação adequada do sistema de canais radiculares. Nas últimas décadas, os avanços tecnológicos relacionados aos instrumentos de níquel-titânio (NiTi), à magnificação operatória e aos sistemas mecanizados contribuíram significativamente para o aumento da previsibilidade e da eficiência dos tratamentos endodônticos. Entretanto, mesmo diante da evolução dos materiais e técnicas, a fratura de instrumentos endodônticos permanece como uma das complicações mais desafiadoras enfrentadas pelos cirurgiões-dentistas durante o preparo químico-mecânico dos canais radiculares (PARASHOS; MESSER, 2006).

A separação de instrumentos pode ocorrer tanto em limas manuais quanto em sistemas rotatórios e reciprocantes, sendo frequentemente associada a fatores como fadiga cíclica, fratura por torção, anatomia radicular complexa, curvaturas acentuadas dos canais, reutilização excessiva dos instrumentos e falhas operatórias durante a instrumentação (MADARATI *et al.*, 2008; McGUIGAN; LOUCA; DUNCAN, 2013). Essa intercorrência pode comprometer o acesso às porções apicais do canal radicular, dificultando a adequada remoção de tecidos necróticos, microrganismos e debris dentinários, o que pode interferir diretamente no prognóstico do tratamento endodôntico.

Embora a presença de um instrumento fraturado não seja, isoladamente, um fator determinante para o insucesso terapêutico, sua localização e a impossibilidade de acesso às regiões contaminadas do canal podem favorecer a persistência da infecção e a manutenção de lesões periapicais. Estudos demonstram que o prognóstico clínico está relacionado a fatores como o estágio do tratamento em que ocorreu a fratura, a presença prévia de infecção periapical, a extensão do fragmento e a capacidade do operador em estabelecer o controle microbiológico do sistema de canais radiculares (SPILI; PARASHOS; MESSER, 2005).

Diante dessa situação clínica, diferentes abordagens terapêuticas têm sido descritas na literatura com o objetivo de recuperar o acesso ao canal radicular e preservar o elemento dentário. Entre as alternativas disponíveis destacam-se a remoção do fragmento, a realização de *bypass* e, em determinadas situações, a manutenção controlada do instrumento no interior do canal associada ao acompanhamento clínico e radiográfico. A escolha da conduta mais adequada depende de diversos fatores, incluindo a localização do fragmento, a anatomia

radicular, o grau de curvatura do canal, a quantidade de estrutura dentária que precisará ser removida e a experiência profissional do operador (MADARATI; HUNTER; DUMMER, 2013).

Nos últimos anos, importantes avanços tecnológicos ampliaram as possibilidades de manejo dos instrumentos separados. A introdução do microscópio operatório, das pontas ultrassônicas, da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), dos sistemas de recuperação mecânica e das técnicas de Endodontia guiada permitiu maior precisão durante os procedimentos, reduzindo riscos operatórios e aumentando as taxas de sucesso clínico. Além disso, novas abordagens, como a microcirurgia endodôntica guiada e os sistemas robóticos aplicados à Endodontia, vêm demonstrando resultados promissores em situações de elevada complexidade anatômica (TERAUCHI *et al.*, 2022; LIU *et al.*, 2024; WAN *et al.*, 2025).

Quando as estratégias conservadoras não permitem a remoção ou o contorno do fragmento, procedimentos cirúrgicos podem ser indicados como alternativa para manutenção do elemento dentário. A evolução da microcirurgia endodôntica, associada ao uso de magnificação e materiais biocerâmicos, tem proporcionado maior previsibilidade aos tratamentos, especialmente em casos envolvendo instrumentos extruídos além do forame apical ou associados a lesões periapicais persistentes (DIOGUARDI *et al.*, 2024).

Considerando a relevância clínica dessa intercorrência e a constante evolução das técnicas disponíveis para seu manejo, torna-se fundamental compreender as diferentes modalidades terapêuticas descritas na literatura científica, bem como suas indicações, limitações e taxas de sucesso. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão da literatura acerca dos principais tipos de tratamento empregados na remoção de instrumentos endodônticos fraturados, abordando os métodos conservadores e cirúrgicos atualmente disponíveis, seus avanços tecnológicos e sua influência sobre o prognóstico do tratamento endodôntico.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar criticamente, por meio de uma revisão de literatura, métodos de diagnósticos e abordagens terapêuticas relacionados à fratura de limas endodônticas, contribuindo para o aprimoramento das práticas clínicas e melhoria de resultados.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a influência das técnicas de instrumentação no risco de fraturas de limas endodônticas;
- Avaliar e discorrer métodos de diagnósticos em tomografias computadorizadas, para tratamentos conservadores;
- Comparar os diferentes protocolos clínicos utilizados na condução de casos com fraturas de lima;
- Discutir o impacto da fratura de instrumentos no prognóstico do tratamento endodôntico;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Fratura de instrumentos endodônticos: etiologia, implicações clínicas e fatores determinantes para o tratamento

A fratura de instrumentos endodônticos constitui uma das complicações mais desafiadoras da Endodontia contemporânea, podendo ocorrer durante qualquer etapa do preparo químico-mecânico dos canais radiculares. Essa intercorrência caracteriza-se pela separação parcial ou total de instrumentos manuais ou mecanizados no interior do sistema de canais radiculares, dificultando o acesso às regiões apicais e comprometendo etapas fundamentais do tratamento, como limpeza, modelagem, desinfecção e obturação adequada do canal radicular (MADARATI; HUNTER; DUMMER, 2013).

Nesse aspecto, o desenvolvimento dos instrumentos de níquel-titânio (NiTi) proporcionou avanços significativos na instrumentação endodôntica devido à sua elevada flexibilidade e capacidade de manter a anatomia original dos canais curvos. Entretanto, apesar dessas vantagens, esses instrumentos permanecem suscetíveis à fratura, principalmente em razão de suas características metalúrgicas e das tensões mecânicas às quais são submetidos durante o uso clínico (PARASHOS; MESSER, 2006).

Os dois mecanismos principais relacionados à separação dos instrumentos são a fadiga cíclica e a fadiga por torção. A fadiga cíclica ocorre quando o instrumento percorre repetidamente canais curvos, sofrendo ciclos alternados de compressão e tração que promovem o surgimento e propagação de microfissuras até a ruptura do metal. Já a fadiga por torção acontece quando a ponta do instrumento fica presa às paredes dentinárias enquanto a porção coronária continua girando, excedendo o limite elástico do material e ocasionando sua separação (MADARATI *et al.*, 2008).

Além dos fatores mecânicos, aspectos anatômicos também exercem influência direta sobre a incidência de fraturas. Canais estreitos, calcificados, longos ou com curvaturas acentuadas apresentam maior risco de separação dos instrumentos devido ao aumento do atrito e das tensões geradas durante a instrumentação. Os molares, especialmente os molares inferiores, apresentam índices mais elevados dessa intercorrência em razão da complexidade anatômica e da dificuldade de acesso aos canais radiculares (MADARATI; HUNTER; DUMMER, 2013).

Outros fatores relacionados ao operador também merecem destaque, incluindo ausência de glide path adequado, reutilização excessiva dos instrumentos, seleção incorreta de

torque e velocidade, irrigação insuficiente, aplicação excessiva de força apical e desconhecimento da anatomia interna do elemento dentário. Tais condições aumentam significativamente o estresse mecânico sobre os instrumentos e favorecem sua ruptura durante o tratamento (MADARATI *et al.*, 2008).

A presença de um instrumento fraturado não implica necessariamente falha terapêutica. Entretanto, seu impacto clínico depende principalmente do estágio do tratamento em que ocorreu a separação e da possibilidade de manutenção do controle microbiológico intracanal. Quando a fratura ocorre antes da adequada limpeza e modelagem dos canais, existe maior probabilidade de permanência de microrganismos e detritos em áreas inacessíveis, comprometendo o prognóstico do tratamento endodôntico (MADARATI; HUNTER; DUMMER, 2013).

Diante desse cenário, a tomada de decisão clínica deve considerar fatores como localização do fragmento, extensão da instrumentação já realizada, presença de lesão periapical, anatomia radicular, experiência profissional e recursos tecnológicos disponíveis. A avaliação criteriosa desses fatores é fundamental para determinar a estratégia terapêutica mais adequada para cada situação clínica.

3.2 Técnicas conservadoras para remoção e ultrapassagem de instrumentos fraturados

O tratamento conservador representa a primeira escolha na maioria dos casos envolvendo instrumentos endodônticos separados. O objetivo principal dessas abordagens consiste em restabelecer o acesso ao comprimento de trabalho, permitindo a continuidade do preparo químico-mecânico e a adequada desinfecção do sistema de canais radiculares (WARD; PARASHOS; MESSER, 2003).

Entre as técnicas mais empregadas destaca-se a remoção ultrassônica associada ao microscópio operatório. Atualmente, essa modalidade ainda é considerada o padrão-ouro para recuperação de instrumentos fraturados devido à elevada previsibilidade clínica e ao caráter minimamente invasivo. O microscópio operatório possibilita a magnificação e a iluminação adequadas do campo operatório, favorecendo a visualização precisa do fragmento. Simultaneamente, as pontas ultrassônicas promovem vibrações capazes de desprender gradualmente o instrumento das paredes dentinárias, facilitando sua remoção (WARD; PARASHOS; MESSER, 2003).

A literatura demonstra que os maiores índices de sucesso são observados quando o fragmento está localizado nos terços cervical e médio dos canais radiculares. Em

contrapartida, instrumentos posicionados após curvaturas acentuadas ou no terço apical apresentam maior dificuldade de remoção e maior risco de complicações, como desgaste excessivo da dentina, perfurações e enfraquecimento radicular (GENCOGLU; HELVACIOGLU, 2009).

Outra alternativa amplamente utilizada consiste na técnica de bypass. Nesse procedimento, limas manuais de pequeno calibre são introduzidas entre o fragmento e a parede dentinária com o objetivo de criar um trajeto que permita ultrapassar o instrumento separado. Quando executada com sucesso, essa técnica possibilita a continuidade da instrumentação, irrigação e obturação do canal radicular, mesmo sem a remoção direta do fragmento (MADARATI; HUNTER; DUMMER, 2013).

A técnica de bypass apresenta especial importância em casos nos quais a tentativa de remoção pode gerar riscos estruturais significativos ao dente. Além disso, estudos demonstram que o simples contorno do fragmento pode proporcionar resultados clínicos satisfatórios quando associado a adequada desinfecção intracanal e correto selamento do sistema de canais radiculares (CHAI *et al.*, 2024).

Diversos dispositivos mecânicos também foram desenvolvidos para auxiliar na recuperação dos fragmentos, incluindo o sistema Masserann, kits de microtubos, sistemas de laço, Endo Rescue System e o Terauchi File Retrieval Kit (TFRK). Esses dispositivos atuam por meio da captura mecânica do instrumento separado e posterior remoção por tração controlada. Embora apresentem resultados promissores, sua utilização geralmente requer desgaste adicional de dentina para criação de espaço ao redor do fragmento, o que pode comprometer a resistência estrutural do elemento dentário (PRUTHI *et al.*, 2020).

Nos últimos anos, novas abordagens vêm sendo descritas na literatura, incluindo sistemas baseados em adesivos biocompatíveis, microtubos com cianoacrilato, soldagem a laser e técnicas assistidas por realidade aumentada. Esses métodos buscam aumentar a previsibilidade da remoção e reduzir a quantidade de estrutura dentária removida durante o procedimento (HASHEMI *et al.*, 2025; PRABHUJI *et al.*, 2025).

Apesar dos avanços tecnológicos, nenhum método apresenta sucesso absoluto. Dessa forma, a escolha da técnica deve ser individualizada e baseada na localização do fragmento, anatomia do canal, espessura dentinária remanescente e experiência clínica do profissional.

3.3 Tratamentos cirúrgicos, prognóstico e avanços tecnológicos na remoção de instrumentos endodônticos

Quando as abordagens conservadoras não possibilitam a remoção ou ultrapassagem do fragmento, a cirurgia endodôntica passa a representar uma alternativa terapêutica relevante. Essa modalidade é indicada principalmente quando há persistência de sinais e sintomas clínicos, presença de lesão periapical associada ou impossibilidade de acesso ao instrumento por via intracanal (MADARATI; HUNTER; DUMMER, 2013).

A cirurgia paraendodôntica permite acesso direto à região apical da raiz, possibilitando a remoção do fragmento juntamente com o tecido periapical comprometido. Em muitos casos, o procedimento é associado à apicectomia e ao retropreparo com materiais biocompatíveis, visando promover adequado selamento apical e favorecer o reparo dos tecidos perirradiculares.

Revisões sistemáticas recentes demonstram que a remoção cirúrgica apresenta índices favoráveis de sucesso quando corretamente indicada, especialmente em situações nas quais a permanência do instrumento impede a eliminação do processo infeccioso intracanal. Entretanto, por se tratar de um procedimento invasivo, a indicação deve ser cuidadosamente avaliada, considerando riscos cirúrgicos, proximidade de estruturas anatômicas nobres e valor estratégico do elemento dentário (DIOGUARDI *et al.*, 2024).

O prognóstico dos casos envolvendo instrumentos separados depende de múltiplos fatores. Entre eles destacam-se a posição do fragmento dentro do canal radicular, o grau de contaminação presente no momento da fratura, a extensão da instrumentação previamente realizada e a quantidade de estrutura dentária removida durante as tentativas de recuperação. Instrumentos localizados no terço cervical geralmente apresentam melhores índices de remoção e prognóstico mais favorável. Em contrapartida, fragmentos situados além de curvaturas ou no terço apical frequentemente apresentam menor taxa de sucesso e maior risco de complicações, incluindo perfurações, transporte de canal, enfraquecimento radicular e predisposição à fratura vertical da raiz (PORTELA *et al.*, 2022).

A incorporação de novas tecnologias tem contribuído significativamente para o aprimoramento dessas abordagens terapêuticas. A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) possibilita avaliação tridimensional detalhada da posição do fragmento, da anatomia radicular e da espessura dentinária remanescente, permitindo planejamento mais seguro e previsível dos procedimentos (FAN *et al.*, 2022).

Da mesma forma, o microscópio operatório tornou-se um recurso indispensável na

Endodontia moderna, proporcionando melhor visualização dos canais radiculares e reduzindo a necessidade de desgaste excessivo de dentina durante as tentativas de remoção. Associado ao uso de ultrassom e sistemas específicos de recuperação, esse recurso tem aumentado significativamente as taxas de sucesso clínico (WARD; PARASHOS; MESSER, 2003).

Recentemente, tecnologias digitais como realidade aumentada, navegação dinâmica e sistemas guiados por computador passaram a ser estudadas como ferramentas auxiliares na localização e recuperação de fragmentos intracanaís. Embora ainda necessitem de mais evidências clínicas, esses recursos demonstram potencial para tornar os procedimentos menos invasivos e mais previsíveis (PRABHUJI *et al.*, 2025).

Portanto, a escolha entre remoção, bypass, manutenção do fragmento ou intervenção cirúrgica deve ser baseada em evidências científicas, análise criteriosa do caso clínico e preservação máxima da estrutura dentária. O sucesso terapêutico não depende exclusivamente da retirada do instrumento fraturado, mas da capacidade de controlar a infecção, manter a integridade radicular e garantir condições adequadas para a reparação dos tecidos periapicais.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse estudo é uma revisão de literatura que envolveu um levantamento bibliográfico detalhado sobre tratamento de limas fraturadas. O objetivo foi associar e sintetizar a literatura teórica relevante produzida em um período específico, abordando as características dessa intervenção endodôntica na odontologia, os protocolos clínicos e o impacto da abordagem no resultado do prognóstico.

Para a revisão, utilizou-se a base de dados PubMed e Scielo com o termo de busca “Instrument fractures and endodontic treatment”. Os critérios de inclusão foram: Relatos de caso, publicados nos últimos 11 anos (de 2015 a maio de 2026) disponíveis em inglês ou português na base PubMed.

A extração e análise dos dados foram realizadas por um pesquisador independente, que examinou informações sobre a metodologia dos estudos, achados clínicos e radiográficos, e o acompanhamento dos pacientes. A leitura e análise detalhada dos artigos visam avaliar a evidência científica disponível e atualizar o conhecimento sobre os tratamentos e condutas clínicas atuais relacionadas ao tratamento de fratura de limas endodônticas.

5 RESULTADOS

A busca inicial resultou em 1.129 artigos publicados. Após a delimitação do período de interesse, identificamos 472 estudos relevantes. Após a delimitação do tipo de estudo como relato de caso, foram identificados 40 artigos. Em seguida, realizamos a leitura dos títulos e resumos, selecionando 18 artigos para leitura completa e extração de dados a fim de compor nossa revisão de literatura. Durante o processo, seis artigos não estavam disponíveis para download ou acesso online e, portanto, foram excluídos. Assim, foram escolhidos 12 estudos para a extração de dados incluídos nesta revisão.

Após a leitura integral dos estudos, compilamos as seguintes informações em uma tabela: autor, nº de casos, dentes tratados, terço da fratura, comprimento do fragmento e técnica utilizada.

Tabela 1: Revisão de literatura.

Autor	Casos	Dente	Terço da fratura	Comprimento do fragmento	Técnica utilizada
Satheesh <i>et al.</i> (2017)	1	36	Terço apical, extruído além do ápice do canal mesial	8 mm	Remoção cirúrgica
Kumar <i>et al.</i> (2025)	1	37	Terço apical.	4 mm	Ultrassom + lima XP Endo Finisher
Fu <i>et al.</i> (2026)	1	17	Terço apical.	5 mm.	Bypass.
Bordone <i>et al.</i> (2022)	1	34	Terço apical.	2 mm.	Planejamento por computador e confecção de um guia de resina.
Liu <i>et al.</i> (2024)	1	36	Terço apical	3 mm.	Sistema robótico
Chauhan <i>et al.</i> (2025)	1	21	Terço apical.	4,7 mm.	Técnica cirúrgica

Zhao <i>et al.</i> (2025)	1	14	Terço apical.	3,61 mm	Técnica conservadora de preservar a lima com acompanhamento.
JACOB <i>et al.</i> (2021)	1	38	Terço apical.	Não foi informado.	Bypass.
Yadav <i>et al.</i> (2022)	1	21	Terço apical.	5,5 mm.	Ultrassom
PRIYA <i>et al.</i> (2025)	1	36	Terço apical, estendendo além do ápice.	4,85 mm.	Planejamento por computador e confecção de um guia de resina
GUPTA <i>et al.</i> (2025)	1	21	Terço médio.	6 mm.	Planejamento por computador e confecção de um guia de resina
FU <i>et al.</i> (2025)	1	12	Localizado além do forame apical..	7 mm.	A utilização de um sistema robótico odontológico autônomo.

Satheesh *et al.* (2017) relataram a remoção cirúrgica de uma lima endodôntica fraturada do canal mesiovestibular do primeiro molar inferior por meio de ressecção limitada da raiz mesial. Um paciente diagnosticado com falha endodôntica associada à periodontite apical sintomática. Após retratamento endodôntico, realizou-se cirurgia periapical para remoção do instrumento fraturado. Seguimento clínico e radiográfico por 18 meses evidenciou ausência de sinais e sintomas, com completa cicatrização da lesão periapical e restabelecimento normal do espaço do ligamento periodontal. Neste relato de caso, a remoção cirúrgica do corpo estranho e o uso de Plasma Rico em Fibrina (PRF) rico em células-tronco com enxerto ósseo garantiram a resolução bem-sucedida dos sintomas e a cicatrização periapical, potencializando o mecanismo natural de cicatrização do organismo.

Kumar *et al.* (2025) descreveram a recuperação bem-sucedida de instrumento fraturado extruído utilizando o sistema XP Endo Finisher no elemento dentário 37, favorecendo o retorno do fragmento ao canal radicular, remoção dos detritos apicais e cicatrização periapical. A lima XP Endo Finisher, isoladamente ou associada ao ultrassom,

mostrou-se eficaz na remoção de fragmentos apicais, embora a técnica exija elevada habilidade clínica e conhecimento do operador.

Fu *et al.* (2026) realizam a técnica Bypass com limas C pré-curvadas e Glyde, permitindo a criação bem-sucedida de um trajeto ao redor do instrumento fraturado, no segundo molar superior direito, neste caso, a estratégia foi alterada da remoção do instrumento fraturado para a técnica de bypass, uma abordagem menos invasiva que permite acessar o comprimento de trabalho e controlar a infecção periapical. O sucesso do bypass varia de 8% a 45% e depende de fatores como localização da fratura, tipo de instrumento e experiência do operador.

Bordone *et al.* (2022) descreveram a remoção de uma lima fraturada no primeiro pré-molar inferior direito através da aplicação de um guia endodôntico para conduzir uma trefina até a lima, a remoção de um instrumento fraturado utilizando uma nova abordagem planejada por computador e guiada por um guia de resina. A técnica endodôntica guiada evita a perda excessiva de estrutura dentária e simplifica o procedimento, reduzindo o tempo de consulta e aumentando a confiança do profissional.

Liu *et al.* (2024) apresentaram uma nova técnica de Microcirurgia Endodôntica (ME) que emprega procedimentos de osteotomia e ressecção radicular guiados por robô. A utilização de um sistema robótico autônomo pode permitir a apicectomia precisa em pacientes com placas corticais intactas, facilitando assim o sucesso dos procedimentos de cirurgia microscópica da mandíbula. Com o potencial de minimizar erros causados pela inexperiência do operador e mitigar os riscos associados à remoção óssea excessiva.

Chauhan *et al.* (2025) documentaram o tratamento cirúrgico bem-sucedido de um cisto radicular associado a um instrumento apical fraturado no incisivo central esquerdo, com avaliação radiográfica da cicatrização por meio de TCFC durante um período de acompanhamento de nove meses. Quando o retratamento ortógrado não é viável devido a limitações protéticas ou obstruções apicais, a endodontia cirúrgica empregando materiais bioativos e regenerativos oferece uma alternativa previsível com morbidade mínima. Este caso destacou a importância do planejamento microcirúrgico específico para cada caso e da integração de adjuvantes regenerativos para otimizar os resultados de cicatrização.

Zhao, *et al* (2025) descreveram um caso raro de um instrumento endodôntico

fraturado que permaneceu assintomaticamente alojado no osso alveolar por mais de duas décadas após o tratamento endodôntico do segundo molar decíduo superior direito, este caso demonstra que pequenos fragmentos assintomáticos de instrumentos endodônticos retidos após tratamento dentário decíduo podem permanecer incrustados no osso alveolar por décadas sem provocar inflamação ou afetar o desenvolvimento dos dentes permanentes sucessores ou dos tecidos periodontais adjacentes. Na ausência de sintomas e com estabilidade radiográfica, o acompanhamento conservador pode ser uma opção de tratamento viável e segura. Este caso ressalta a importância de estratégias de manejo individualizadas e de uma avaliação cuidadosa dos riscos no tratamento de corpos estranhos iatrogênicos retidos.

Jacob *et al.* (2021) demonstraram esse relato de caso, onde foram identificados quatro canais distintos, sendo três mesiais e um distal no dente 38, e o instrumento fraturado em um dos canais foi desviado com sucesso, no canal mesiolingual, no presente relato de caso, o instrumento fraturado foi contornado com sucesso, com a técnica do bypass, mostrando eficácia quando o procedimento é realizado com técnica correta.

Yadav *et al.* (2022) relataram o tratamento endodôntico não cirúrgico de um incisivo central superior associado à uma grande lesão periapical e um instrumento fraturado no terço apical do canal radicular, um paciente de 28 anos apresentou dor e edema no incisivo central superior esquerdo, com instrumento endodôntico fraturado no terço apical. Após tentativas de remoção e bypass com limas K e H, o fragmento foi finalmente removido, permitindo a continuidade do tratamento endodôntico não cirúrgico. Este relato de caso demonstra a remoção bem-sucedida de um instrumento fraturado no terço apical do canal radicular com danos mínimos à dentina radicular, o que foi possível graças à aplicação de pontas ultrassônicas extremamente finas sob microscópio operatório odontológico.

PRIYA *et al.* (2025) os autores deste relato de caso foram os primeiros a demonstrar a aplicação da endodontia guiada tanto para osteotomia quanto para ressecção apical com sucesso na remoção de uma lima fraturada. No presente caso, a abordagem cirúrgica guiada mostrou-se decisivamente eficaz na remoção da lima fraturada do periápice, diminuindo significativamente o risco de complicações e, ao mesmo tempo, aproveitando as profundas vantagens de cicatrização e recuperação aceleradas inerentes às intervenções guiadas com precisão.

GUPTA *et al.* (2025) demonstraram um relato de caso sobre o uso de endodontia

guiada por TCFC para remover um instrumento fraturado em um incisivo central superior sintomático. A técnica utilizou guia e broca cirúrgica para remoção precisa e previsível da lima, visando melhorar o prognóstico do tratamento, paciente de 22 anos apresentou fratura de instrumento rotatório no dente 21. Foi utilizado planejamento com guia digital e microscópio cirúrgico para remoção do fragmento por meio de trefina, com irrigação e limpeza intercaladas. O instrumento foi liberado mecanicamente e removido com sucesso. Este relato descreve a remoção de um instrumento fraturado utilizando uma abordagem inovadora que combina planejamento guiado por computador e um guia de resina. A técnica endodôntica guiada reduz a perda desnecessária de estrutura dentária, otimiza a eficiência ao minimizar o tempo clínico e aumenta a confiança do profissional durante o procedimento.

FU *et al.* (2025), os autores deste relato de caso descreve uma técnica para utilizar o sistema de uso robóticos autônomos para guiar, de forma precisa e minimamente invasiva, a remoção de uma lima fraturada além do forame apical. Paciente de 48 anos com lima fraturada além do forame apical no incisivo lateral superior direito foi tratado com planejamento digital e cirurgia assistida por robô. A remoção foi feita de forma minimamente invasiva em duas etapas, seguida de sutura sob microscópio, com bom controle do procedimento. A utilização de um sistema robótico odontológico autônomo permite a localização precisa da lima fraturada além do forame apical, com as corticais ósseas intactas. Essa tecnologia tem o potencial de melhorar a precisão do posicionamento, minimizar a necessidade de remoção óssea invasiva, reduzir o tempo intra operatório e facilitar o sucesso de procedimentos microcirúrgicos endodônticos.

6 DISCUSSÃO

A fratura de instrumentos endodônticos representa uma das intercorrências mais relevantes durante o tratamento endodôntico, uma vez que compromete o acesso às porções cervicais, medianas e apicais do sistema de canais radiculares e dificulta a adequada desinfecção dos sistemas de canais radiculares. O impacto clínico dessa complicação está diretamente relacionado a fatores como a presença de infecção prévia, localização do fragmento, anatomia radicular, estágio do preparo químico-mecânico e condição pulpar do elemento dentário envolvido. Dessa forma, a escolha da conduta terapêutica deve ser individualizada e direcionada, considerando tanto os aspectos biológicos e microbiota presente, quanto os fatores mecânicos envolvidos no caso clínico (LOPES *et al.*, 2011).

Tradicionalmente, a remoção do instrumento fraturado tem sido considerada a abordagem de escolha quando há possibilidade de acesso seguro ao fragmento. Nesse contexto, Yadav *et al.* (2022) demonstraram a remoção bem-sucedida de uma lima localizada no terço apical utilizando pontas ultrassônicas associadas ao microscópio operatório, permitindo a continuidade do tratamento endodôntico com mínima perda estrutural. Esses achados reforçam a importância da magnificação e da visualização aprimorada na remoção de fragmentos intracanais. Entretanto, embora apresente elevadas taxas de sucesso, a técnica não está isenta de riscos, uma vez que a remoção excessiva de dentina pode comprometer a resistência radicular e favorecer perfurações horizontais ou fraturas verticais, especialmente em raízes delgadas ou com curvaturas acentuadas nos canais.

Como alternativa mais conservadora, a técnica de bypass tem sido amplamente defendida na literatura por possibilitar a manutenção da estrutura dentária e o restabelecimento do acesso ao comprimento de trabalho sem a necessidade de remoção direta do fragmento. Os relatos apresentados por Jacob *et al.* (2021) e Fu *et al.* (2026) demonstraram resultados satisfatórios por meio da utilização de limas pré-curvadas para contornar o instrumento fraturado, permitindo a instrumentação e irrigação das regiões apicais. Apesar dos benefícios relacionados à preservação dentinária, os autores ressaltam que o sucesso da técnica depende diretamente da experiência do operador, da localização do fragmento e da complexidade anatômica do canal, apresentando índices de sucesso variáveis na literatura e podendo ter substituição de técnica ao longo do tratamento.

Além das abordagens conservadoras, alguns estudos evidenciam que a permanência do

instrumento no interior do canal nem sempre implica falha terapêutica. Zhao *et al.* (2025) relataram um caso em que um fragmento endodôntico permaneceu alojado no osso alveolar por mais de vinte anos sem causar alterações inflamatórias ou prejuízos ao desenvolvimento dos tecidos adjacentes. Tal observação reforça que a decisão de remover ou não um instrumento fraturado deve considerar criteriosamente o risco-benefício do procedimento, sobretudo em casos assintomáticos e radiograficamente estáveis. Contudo, em situações associadas à necrose pulpar e lesões periapicais, a manutenção do fragmento pode limitar a descontaminação apical e comprometer o prognóstico a longo prazo.

Quando os métodos convencionais não são capazes de solucionar a intercorrência, a cirurgia parendodôntica surge como alternativa terapêutica previsível. Satheesh *et al.* (2017) demonstraram sucesso clínico e radiográfico após a remoção cirúrgica de um instrumento fraturado associada ao uso de fibrina rica em plaquetas (PRF) e enxerto ósseo, observando completa cicatrização periapical após 18 meses de acompanhamento. Resultados semelhantes foram observados por Chauhan *et al.* (2025), que relataram a resolução de um cisto radicular associado a instrumento fraturado por meio de cirurgia endodôntica complementada por biomateriais regenerativos. Esses estudos sugerem que a associação entre técnicas microcirúrgicas e recursos regenerativos pode potencializar os mecanismos biológicos de reparo e favorecer resultados clínicos mais previsíveis.

Nos últimos anos, os avanços tecnológicos têm promovido mudanças significativas no manejo dos instrumentos fraturados. A Endodontia guiada, baseada na integração entre tomografia computadorizada de feixe cônico, escaneamento digital e impressão tridimensional, tem se destacado por permitir acessos altamente precisos e minimamente invasivos. Bordone *et al.* (2022) e Gupta *et al.* (2025) demonstraram que a utilização de guias endodônticos possibilita a localização precisa do fragmento, reduzindo o desgaste dentinário desnecessário, o tempo clínico e a possibilidade de erros operatórios. De maneira semelhante, Priya *et al.* (2025) evidenciaram a eficácia da Endodontia guiada na realização simultânea de osteotomia e ressecção apical para remoção de uma lima fraturada, ressaltando os benefícios relacionados à precisão cirúrgica e à recuperação pós-operatória.

Outra inovação promissora refere-se à incorporação da robótica aos procedimentos endodônticos e cirúrgicos. Liu *et al.* (2024) e Fu *et al.* (2025) demonstraram a viabilidade da utilização de sistemas robóticos autônomos para guiar osteotomias, apicectomias e remoção de instrumentos fraturados além do forame apical. Segundo os autores, a tecnologia permite

elevada precisão tridimensional, preservação das estruturas ósseas adjacentes e redução dos riscos associados à remoção excessiva de tecido. Além disso, a navegação dinâmica associada aos sistemas robóticos oferece possibilidade de ajustes intraoperatórios em tempo real, representando uma evolução importante em relação aos guias estáticos convencionais.

Paralelamente, novas tecnologias voltadas especificamente para o manejo intracanal também têm demonstrado resultados promissores. Kumar *et al.* (2025) relataram a utilização bem-sucedida do sistema XP-Endo Finisher para reposicionar e remover um instrumento extruído, favorecendo simultaneamente a remoção de detritos apicais e a cicatrização periapical. Embora a técnica tenha demonstrado eficácia, os autores destacam que seu sucesso está diretamente relacionado à experiência clínica do profissional e ao domínio dos princípios biomecânicos envolvidos.

De maneira geral, a análise dos estudos demonstra que não existe uma abordagem universal para o tratamento de instrumentos endodônticos fraturados. A remoção convencional por ultrassom e microscopia continua sendo amplamente utilizada e apresenta elevada previsibilidade em situações favoráveis. Entretanto, técnicas conservadoras como o bypass, procedimentos cirúrgicos regenerativos, Endodontia guiada e sistemas robóticos vêm ampliando significativamente as possibilidades terapêuticas, especialmente em casos de elevada complexidade anatômica ou difícil acesso. Dessa forma, observa-se uma tendência crescente em direção a procedimentos cada vez mais conservadores, precisos e tecnologicamente assistidos (MCGUIGAN; LOUCA; DUNCAN, 2013).

Portanto, o sucesso no manejo de instrumentos fraturados depende da correta avaliação clínica e radiográfica, da compreensão dos fatores biológicos envolvidos e da seleção da estratégia terapêutica mais adequada para cada situação. A incorporação de tecnologias digitais, associada ao conhecimento científico e à experiência profissional, tem contribuído para resultados mais seguros, previsíveis e conservadores, consolidando uma nova perspectiva para a Endodontia contemporânea (LOPES *et al.*, 2011).

7 CONCLUSÃO

A fratura de instrumentos endodônticos pode comprometer o tratamento ao dificultar a adequada desinfecção dos canais radiculares. A escolha da abordagem terapêutica deve considerar a localização do fragmento, as condições clínicas do caso e os potenciais riscos e benefícios de cada intervenção. Embora a remoção do fragmento seja uma alternativa frequentemente empregada, ela nem sempre representa a melhor opção terapêutica, sendo que abordagens conservadoras podem ser mais indicadas em determinadas situações. Técnicas como remoção, ultrapassamento do fragmento (bypass) e procedimentos cirúrgicos apresentam resultados satisfatórios quando corretamente indicados. O sucesso do tratamento depende do planejamento adequado, da capacitação profissional e da utilização de tecnologias que favoreçam a preservação da estrutura dentária e a manutenção do elemento dentário em função.

REFERÊNCIAS

AMINSOBHANI, M.; *et al.* Broken instrument removal methods with a minireview of the literature. **Case Reports in Dentistry**, [s. l.], v. 2024, p. 1-8, 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11133373/>. Acesso em: 12 fev. 2026.

BORDONE, Antonietta; *et al.* Guided endodontics in the management of intracanal separated instruments: a case report. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, [s. l.], v. 23, n. 8, p. 853-856, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37283022/>. Acesso em: 9 fev. 2026.

CHAUHAN, D.; YADAV, H.; MINOCHA, A.; SHARMA, V. Surgical management of a separated instrument and radicular cyst: a nine-month cone beam computed tomography (CBCT) follow-up. **Cureus**, [s. l.], v. 17, n. 11, e96940, 2025. Disponível em: <https://www.cureus.com/>. Acesso em: 5 mar. 2026.

CHAI, Rong; *et al.* Different strategies for treating intracanal fractured instruments in a single tooth: a case report. **Experimental and Therapeutic Medicine**, [s. l.], v. 28, n. 5, p. 411, 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11384186/>. Acesso em: 17 mar. 2026.

CHOKSI, D.; *et al.* Management of an intracanal separated instrument. **Case Reports in Dentistry**, [s. l.], v. 2013, p. 1-4, 2013. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3808682/>. Acesso em: 30 jan. 2026.

DIOGUARDI, M.; *et al.* Analysis of endodontic successes and failures in the removal of fractured endodontic instruments during retreatment: a systematic review and meta-analysis. **Healthcare**, [s. l.], v. 12, n. 14, p. 1390, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39057533/>. Acesso em: 17 abr. 2026.

FAN, W.; *et al.* Cone-beam computed tomography in endodontic diagnosis and treatment planning. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 19, n. 7, art. 4088, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph19074088>. Acesso em: 23 jun. 2026.

FU, M.; *et al.* Removal of a fractured file beyond the apical foramen using robot-assisted endodontic microsurgery: a clinical report. **BMC Oral Health**, London, v. 25, art. 8, 2025. Disponível em: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-024-05373-2>. Acesso em: 3 fev. 2026.

FU, M.; *et al.* Secondary retrieval and complication management for failed separated instrument removal in the apical third in curved root canals: a case series. **BMC Oral Health**, London, v. 26, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12903-026-07910-w>. Acesso em: 23 jun. 2026.

GENCOGLU, N.; HELVACIOGLU, D. Comparison of removal techniques for fractured instruments. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 42, n. 5, p. 440-448, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01529.x>. Acesso em: 23 jun. 2026.

GUPTA, S.; *et al.* An innovative approach for retrieval of a separated intracanal file using guided endodontics: a case report. **Cureus**, [s. l.], v. 17, n. 1, e77393, 2025. Disponível em: <https://www.cureus.com/articles/>. Acesso em: 17 mar. 2026.

HASHEMI, Nasim; *et al.* Comparison of the pull-out force of different microtube-based methods in fractured endodontic instrument removal: an in-vitro study. **BMC Oral Health**, London, v. 25, art. 1, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12903-024-05370-8>. Acesso em: 23 jun. 2026.

JACOB, B.; K, A.; *et al.* Management of intracanal separated file fragment in a four-rooted mandibular third molar. **Case Reports in Dentistry**, [s. l.], 2021, Article ID 5547062. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8211645/>. Acesso em: 30 jan. 2026.

KUMAR, Susheel; *et al.* Tornado effect: ultimate apically extruded fragment retrieval technique. **Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences**, Mumbai, v. 17, supl. 1, p. S968-S970, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40511227/>. Acesso em: 22 mar. 2026.

LIU, Chen; *et al.* Endodontic microsurgery with an autonomous robotic system: a clinical report. **Journal of Endodontics**, Chicago, v. 50, n. 6, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>. Acesso em: 27 jan. 2026.

MADARATI, A. A.; *et al.* Factors contributing to the separation of endodontic files. **British Dental Journal**, London, v. 204, n. 5, p. 241-245, 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18327187/>. Acesso em: 11 fev. 2026.

MADARATI, A. A.; HUNTER, M. J.; DUMMER, P. M. H. Management of intracanal separated instruments. **Journal of Endodontics**, Chicago, v. 39, n. 5, p. 569-581, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23611371/>. Acesso em: 14 fev. 2026.

McGUIGAN, M. B.; LOUCA, C.; DUNCAN, H. F. Endodontic instrument fracture: causes and prevention. **British Dental Journal**, London, v. 214, n. 7, p. 341-348, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23579132/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

PARASHOS, P.; MESSER, H. H. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. **Journal of Endodontics**, Chicago, v. 32, n. 11, p. 1031-1043, 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17055902/>. Acesso em: 20 jan. 2026.

PORTIGLIATTI, R.; *et al.* Predictive factors in the retrieval of endodontic instruments. **Restorative Dentistry & Endodontics**, Seoul, v. 49, 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11621310/>. Acesso em: 4 abr. 2026.

PRABHUJI, Varun; MANASWINI, Pucha Sai; SRIREKHA, A.; CHAMPA, C.; ARCHANA, S. Instrument retrieval using ultrasonics and minimally invasive guided endodontics using AReneto® system: a case report. **Journal of Medical Case Reports**, London, v. 19, art. 172, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13256-025-05121-5>. Acesso em: 23 jun. 2026.

PRIYA, M. S.; *et al.* Single-step integrated minimally invasive static-guided microsurgery for file retrieval from the periapex of mandibular molar. **Journal of Conservative Dentistry and Endodontics**, Mumbai, v. 28, 2025. Disponível em: <https://journals.lww.com/jcde/>. Acesso em: 8 abr. 2026.

SATHEESH, S. L.; *et al.* Surgical management of a separated endodontic instrument using second generation platelet concentrate and hydroxyapatite. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, *New Delhi*, v. 11, n. 6, p. ZD01-ZD03, 2017. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5535490/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

SPILI, P.; PARASHOS, P.; MESSER, H. H. The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. **Journal of Endodontics**, *Chicago*, v. 31, n. 12, p. 845-850, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16306815/>. Acesso em: 7 jan. 2026.

SUTER, B.; LUSSI, A.; SEQUEIRA, P. Probability of removing fractured instruments from root canals. **International Endodontic Journal**, *Oxford*, v. 38, n. 2, p. 112-123, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15667633/>. Acesso em: 25 jan. 2026.

TERAUCHI, Y.; *et al.* Present status and future directions: removal of fractured instruments. **International Endodontic Journal**, *Oxford*, v. 55, n. 6, p. 685-709, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35377473/>. Acesso em: 22 abr. 2026.

WAN, M.; *et al.* Endodontic microsurgery utilizing an autonomous robotic system: clinical perspectives. **Journal of Endodontics**, *Chicago*, 2025. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12560481/>. Acesso em: 10 abr. 2026.

WARD, J. R.; PARASHOS, P.; MESSER, H. H. Evaluation of an ultrasonic technique to remove fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals. **Journal of Endodontics**, *Chicago*, v. 29, n. 11, p. 756-763, 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14651286/>. Acesso em: 16 jan. 2026.

YADAV, S.; *et al.* Nonsurgical management of a large periapical lesion following instrument retrieval from the apical third: a case report with a three-year follow-up. **Cureus**, *[s. l.]*, v. 14, n. 5, e24995, 2022. Disponível em: <https://www.cureus.com/articles/98109>. Acesso em: 25 fev. 2026.

YANG, L.; *et al.* Removal of extraradicular separated instrument by targeted guided endodontic approach. **Clinical Case Reports**, *Hoboken*, v. 13, 2025. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12611598/>. Acesso em: 6 abr. 2026.

ZHAO, Z.; *et al.* A rare case of long-term retention of a fractured endodontic instrument in the alveolar bone without adverse effects on the successor tooth. **BMC Oral Health**, *London*, v. 25, art. 1970, 2025. Disponível em: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/>. Acesso em: 14 abr. 2026.