

UNIVERSIDADE PAULISTA DE CAMPINAS

Curso de Bacharel em Odontologia

JULIO CESAR MARIN

**FRATURA DE LIMAS ENDODÔNTICAS NO CANAL RADICULAR
REVISÃO DE LITERATURA**

CAMPINAS, SP

2026

UNIVERSIDADE PAULISTA DE CAMPINAS

Curso de Bacharel em Odontologia

JULIO CESAR MARIN

**FRATURA DE LIMAS ENDODÔNTICAS NO CANAL RADICULAR
REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
como requisito parcial para obtenção de
grau de Bacharel em Odontologia, pela Universidade
Paulista de Campinas.

Orientador: Prof. Fábio H. L. Monteiro

CAMPINAS, SP

2026

2026

Julio Cesar Marin

FRATURA DE LIMAS ENDODONTICAS NO CANAL RADICULAR

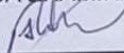
REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de conclusão de
curso para obtenção do
título de graduação em
Odontologia apresentado à
Universidade Paulista –
UNIP.

Aprovado em:

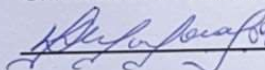
Nota 10,0

BANCA EXAMINADORA

 09, 06, 26

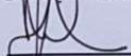
Prof. Fábio Henrique Lozano Monteiro

Universidade Paulista – UNIP

 09, 06, 26

Prof. Danilo Kirschner Camargo Moraes

Universidade Paulista – UNIP

 09, 06, 26

Prof.ª Juliana Bellini Pereira da Silva

Universidade Paulista - UNIP

RESUMO

A odontologia tem evoluído continuamente, especialmente no que diz respeito às abordagens clínicas, buscando proporcionar um atendimento cada vez mais individualizado aos pacientes. Nesse cenário, a endodontia se destaca como a especialidade responsável pela limpeza, conformação e desinfecção do sistema de canais radiculares, bem como pela prevenção e tratamento das alterações que acometem a polpa dentária, visando à eliminação ou à máxima redução de agentes irritantes. Ao longo das etapas do tratamento endodôntico, podem ocorrer intercorrências, tais como fraturas de instrumentos, perfurações, formação de degraus e desvios do trajeto original do canal. Entre essas complicações, a fratura de instrumentos endodônticos merece atenção especial, podendo ser investigada tanto por meio de testes laboratoriais quanto em condições clínicas. Esse tipo de ocorrência está relacionado a diferentes mecanismos, incluindo sobrecarga torcional, fadiga decorrente de flexão rotativa, dobramento alternado ou ainda a associação desses fatores. Diante disso, cada caso clínico deve ser cuidadosamente analisado antes da continuidade do tratamento, considerando variáveis como a localização, o tamanho, a configuração e a acessibilidade do fragmento fraturado. Nesse contexto, é fundamental que os cirurgiões-dentistas estejam devidamente preparados para manejar tais situações, dominando as condutas e técnicas indicadas, a fim de reduzir possíveis danos e favorecer o êxito do tratamento endodôntico. Assim, o presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão da literatura científica acerca dos diferentes tipos de fratura de limas endodônticas e suas repercussões no tratamento endodôntico.

Palavras Chaves: Endodontia; fratura de instrumentos; limas endodônticas; tratamento endodôntico; intercorrências clínicas.

ABSTRACT

Dentistry has been undergoing continuous evolution, particularly with Regard to clinical approaches, aiming to provide increasingly individualized care for patients. In this context, endodontics stands out as the specialty responsible for the cleaning, shaping, and disinfection of the root canal system, as well as for the prevention and treatment of alterations affecting the dental pulp, seeking the elimination or maximum reduction of irritant agents. Throughout the stages of endodontic treatment, complications may occur, such as instrument fractures, perforations, ledge formation, and deviations from the original canal path. Among these complications, the fracture of endodontic instruments desserves special attention and can be investigated both through laboratory testing and clinical conditions. This type of occurrence is associated with diferente mechanisms, including torcional overload, fatigue resulting from rotational flexion, alternating bending, or a combination of these factors. Therefore, each clinical case must be carefully evaluated before proceeding with treatment, considering variables such as the location, size, configuration, and accessibility of the fractured fragment. In this context, it is essential that dentists are properly trained to manage such situations, mastering the appropriate techniques and approaches in order to minimize potential damage and ensure the success of endodontic treatment. Thus, the presente study aims to conduct a review of the scientific literature regarding the diferente types of endodontic file fractures and their implications for endodontic treatment.

Keywords: Endodontics; instrument fracture; endodontic files; endodontic treatment; complications

SUMÁRIO

1. Introdução	6
2. Metodologia	8
3. Revisão de Literatura	9
3. 1 Como são feitos os instrumentos endodônticos	9
3. 2 Fatores que causam a fratura dos instrumentos endodônticos	9
3. 3 Instrumentos e exames auxiliares para remoção de instrumentos endodônticos fraturados	13
3. 4 Técnicas para remoção de instrumentos fraturados	15
4. Discussão	25
5. Conclusão	28
Referencias	29

1. INTRODUÇÃO

A endodontia é a especialidade odontológica que tem seu foco em limpeza e desinfecção dos canais radiculares e tratamento das alterações pulpare como a pulpite irreversível que é o caso mais comum de tratamento de canal, o tratamento é definido como Preparo Químico Mecânico (PQM) e é a principal fase do tratamento endodôntico e é onde podem acontecer as intercorrências nesta fase são usadas substâncias químicas auxiliares como o Hipoclorito de sódio e instrumentos manuais, que juntamente proporcionam a limpeza e modelagem do canal radicular.

Durante a fase do PQM é onde ocorrem a maior parte das intercorrências sendo elas por exemplo a fratura das limas endodônticas, perfurações, degraus e desvios. Durante a desinfecção e modelagem do canal radicular é o momento em que as limas endodônticas sofrem severas tensões em sua estrutura devido a anatomia dos canais, podendo ser mais curvos e exigindo mais da estrutura da lima neste estado de tensão do instrumento onde pode ocorrer uma falha precoce devido a torção e flexão irregular ou exagerada.

Durante a fabricação os instrumentais podem sofrer ranhuras e deformidades por ser um metal, isso ocorre devido as torções no próprio processo de fabricação podendo ocasionar falhas muitas vezes imperceptíveis

Existem alguns tipos de fratura da lima, a fratura por torção se dá quando uma extremidade está travada, a outra extremidade livre e o Cirurgião dentista gira a lima, a fratura por dobramento se dá quando a lima é dobrada além do seu coeficiente elástico e pôr fim a fratura por flexão rotativa onde a lima gira dentro de um canal curvo que ultrapassa seu limite elástico com o acúmulo destas tensões a lima pode se fraturar por fadiga.

O fragmento da lima no canal impede a correta desinfecção impedindo a patência que por consequência diminui as chances de um bom prognóstico, cada fratura ocorre de uma forma diferente e em uma localização diferente portanto cada caso deve ser avaliado individualmente. Devido aos avanços da tecnologia odontológica e por consequência da tecnologia na endodontia temos um amplo espectro de instrumentos para auxiliar na remoção do fragmento como o ultrassom e o microscópio que auxiliam na remoção sem maiores intercorrências no processo.

Embora possa ocorrer casos em que o responsável pela fratura é a lima, na maioria das vezes é culpa do profissional em questão que força a lima além dos seus limites. Neste contexto o objetivo é trazer uma revisão de literatura com foco nas fraturas de limas endodônticas e manutenção das intercorrências associadas

Além disso, fatores como a complexidade anatômica dos canais radiculares, principalmente em molares com curvaturas acentuadas, estão diretamente relacionados ao aumento da incidência de fraturas instrumentais. Estudos recentes demonstram que limas de níquel-titânio, apesar de apresentarem maior flexibilidade e capacidade de

adaptação aos canais curvos, também estão sujeitas à fadiga cíclica e torsional, principalmente quando submetidas a uso excessivo ou inadequado. A resistência desses instrumentos pode variar conforme o tratamento térmico, design, cinemática utilizada e número de reutilizações clínicas.

Com o avanço da endodontia moderna, novas técnicas e recursos tecnológicos vêm sendo incorporados ao manejo dessas intercorrências, como a utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), microscopia operatória, sistemas ultrassônicos e dispositivos de microtubos, os quais possibilitam maior previsibilidade na localização e remoção dos fragmentos. Entretanto, a remoção do instrumento fraturado nem sempre é a melhor opção clínica, uma vez que o desgaste excessivo de dentina pode enfraquecer a raiz e comprometer a resistência do elemento dentário. Dessa forma, alternativas como o bypass do fragmento ou sua manutenção no canal devem ser consideradas de acordo com a localização da fratura, presença de lesão periapical e possibilidade de adequada desinfecção do sistema de canais radiculares.

Portanto, o trabalho tem o objetivo de revisar a literatura buscando fatores relacionados à ocorrência das fraturas, os métodos disponíveis para prevenção e as diferentes possibilidades de tratamento, permitindo ao cirurgião-dentista uma tomada de decisão mais segura e baseada em evidências científicas, visando a preservação da estrutura dentária e o sucesso do tratamento endodôntico.

2. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foram utilizadas as bases de dados PubMed e Google acadêmico, no qual foram pesquisadas as palavras chaves Endodontia; fratura de instrumentos; limas endodônticas; tratamento endodôntico; intercorrências clínicas. Com isso, o critério de seleção foi baseado no conteúdo, relevância, disponibilidade de visualização dos manuscritos e do período, sendo selecionados artigos desde 2005 até 2025. Além disso, os idiomas escolhidos para a busca foram português e inglês, em um total de 25 artigos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Como são feitos os instrumentos endodônticos

DABLANCA BLANCO *et al.*, em 2022 apresentaram uma revisão sobre a fabricação e os materiais dos instrumentos endodônticos de NiTi. A composição química da maioria das ligas de níquel-titânio utilizadas no tratamento de canais radiculares corresponde ao 55-Nitinol, contendo aproximadamente 56% em peso de níquel (Ni) e 44% em peso de titânio (Ti). O NiTi possui uma capacidade inerente de alterar o tipo de ligação atômica, o que provoca mudanças únicas e significativas nas propriedades mecânicas e no arranjo cristalográfico da liga. As ligas de NiTi apresentam três fases microestruturais

Fase austenítica: Também chamada de fase de alta temperatura ou fase matriz. A liga de NiTi encontra-se nessa fase à temperatura ambiente. A fase austenítica é caracterizada por comportamento elástico, ou seja, capacidade do material retornar à sua condição inicial após cessar a força responsável pela deformação.

Fase martensítica: Também chamada de fase de baixa temperatura, pois a liga de NiTi encontra-se nessa fase em temperaturas reduzidas. A fase martensítica é caracterizada por comportamento plástico, isto é, após a interrupção da força que causou a deformação, a liga mantém essa deformação e por fim. **Fase R ou pré-martensítica:** Nessa fase, o arranjo atômico apresenta formato romboidal

É importante compreender as diferentes fases microestruturais, pois a liga de NiTi apresenta propriedades mecânicas distintas de acordo com a fase em que se encontra. Essa capacidade de alternância entre fases é responsável por duas propriedades características da liga: a super elasticidade e a memória de forma.

3.2 Fatores que causam a fratura dos instrumentos endodônticos

CORREIA-SOUZA, J *et al.*, em 2013 conduziram um estudo avaliando relatórios clínicos e radiografias dos tratamentos endodônticos realizados pelos alunos de pré-graduação do mestrado integrado em medicina dentaria da faculdade de medicina dentaria da Universidade do porto um total de 1162 tratamentos em molares, pré-molares e dentes anteriores foram avaliados, fazendo uma relação entre primeiro tratamento e retratamento, levando também em consideração o tipo de limas usadas. Os resultados foram 1,64 de prevalência de fraturas pelos alunos da pré-graduação essa prevalência foi mais observada no terço apical, portanto eles concluíram que a prevalência das fraturas foi baixa, porém foi mais observada em casos de retratamento na porção apical.

FRANCO, E.C., em 2013 fez um estudo em que avaliou a influência do hipoclorito de sódio a 1% e 2,5% na qualidade do acabamento superficial e na resistência à corrosão de duas limas endodônticas: Race e Hyflex através de ensaio eletroquímico de polarização potenciodinâmica cíclica (EPPC) e imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Para o EPPC foram utilizadas vinte limas de cada marca comercial. Dez dos vinte instrumentos foram individualmente fixados pelo cabo a uma ponta de fio de cobre 0,12 mm de 20 cm de comprimento e posicionado no interior de uma célula

eletroquímica com 500 mL de solução de hipoclorito de sódio (NaClO) 1% à temperatura ambiente controlada em 23 °C até cobrir a parte ativa do instrumento. Os registros foram feitos com um potenciostato. O ensaio foi repetido nos mesmos padrões para as outras dez limas da mesma marca comercial com o NaClO 2,5%. Além do EPPC, as limas foram submetidas a exames e análises em MEV antes e depois do teste de corrosão para a obtenção de fotomicrografias dos 3mm finais de cada lima com o intuito de estabelecer parâmetros para a avaliação final. Das fotomicrografias obtidas, 72 foram escolhidas, numeradas aleatoriamente para avaliação e projetadas num monitor para 06 avaliadores orientados. Os dados obtidos foram, a lima Hyflex apresentou uma quantidade maior de alterações superficiais antes e depois do ensaio sendo mais suscetível à corrosão; Race apresentou uma superfície mais polida e regular. Em relação a concentração do NaClO, percebeu-se que os defeitos presentes se tornavam mais evidentes para a concentração maior (2,5%).

LOPES, H.P. *et al.*, conduziram em 2013 um teste sobre a fadiga cíclica das limas endodônticas utilizando canais artificiais, os instrumentos foram testados em canais curvos confeccionados por fresagem em blocos de aço inoxidável com as seguintes dimensões: 1,5mm de largura, 20mm de comprimento e fundo em formato de U. O objetivo era analisar o número de ciclos até a fratura. Para comparação foram feitos dois modelos de canais curvos, o modelo A com a curvatura na porção apical e o modelo B com a curvatura na porção média do canal. Todos os instrumentos foram usados até a fratura, os resultados foram, o canal B apresentou valores menores que foi entendido como maior taxa de fraturas por fadiga cíclica na região média do canal

PEDIR, S *et al.*, em 2016 fizeram um questionário para dentistas de diversas especialidades, além de estudantes de graduação. O questionário apresentava 35 perguntas, enviados por e-mail a 149 dentistas de diferentes especialidades que atuam em diversos centros clínicos na região de Riyadh e que participaram da 26ª Conferência Internacional da Saudi Dental Society, além de 130 estudantes de graduação de diferentes faculdades de odontologia da mesma região. No total, 118 dentistas responderam ao questionário os autores chegaram aos seguintes resultados, Um total de 57,6% dos dentistas já enfrentou o problema de fratura de limas durante o preparo do canal radicular, enquanto apenas 7,6% dos estudantes relataram essa ocorrência. Cerca de 53% das limas fraturadas eram manuais, 65% de aço inoxidável e 81% de pequeno calibre, sendo os tamanhos mais comuns (#15–20) a causa mais comum foi a anatomia radicular apresentando 45% dos casos, 66% eram canais curvos e 98% em molares especialmente nos canais mesiais quanto as soluções para fratura, 44% dos casos foi feito bypass e 53% foram removidos o fragmento e em 42% dos casos foram removidos com auxílio de ultrassom sob visualização de microscópio em 73% dos casos que o fragmento foi mantido apresentaram bom prognóstico, portanto concluíram que a fratura de limas endodônticas é um problema clínico multifatorial que deve ser manejado por meio da remoção ou do bypass do fragmento, a fim de permitir adequada limpeza, modelagem, desinfecção, obturação e selamento coronário eficaz

CAMARGO C, H. *et al.*, em 2021 conduziram um teste com limas de NiTi com o objetivo de comparar a fadiga cíclica, falha torcional e a resistência a flexão das limas Hyflex CM (HYF), Genius (GEN), WaveOne Gold (WOG) e ProTaper Universal (PTU). Quinze limas de cada marca foram utilizadas no teste de fadiga cíclica, e outras quinze para os testes de resistência à flexão e falha torcional. Para o teste de fadiga cíclica, o limite de torque e a rotação por minuto foram ajustados conforme as recomendações de cada fabricante. O teste foi realizado em água deionizada a 36 °C, e todas as limas foram testadas em um raio de curvatura de 3 mm com ângulo de 60°, sendo registrado o tempo até a fratura. O teste de fadiga torcional foi realizado em máquina de torção, registrando tempo e o torque de fratura por meio do software do equipamento. O teste de resistência à flexão foi realizado com curvatura de 60°. Todos os dados foram analisados estatisticamente por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparações múltiplas. Como resultados eles obtiveram que a HYF é a que apresenta melhor performance

Concluíram, portanto, que as limas HYF e GEN apresentaram os melhores resultados em fadiga cíclica, falha torcional e resistência à flexão, seguidas pelas limas WOG e PTU.

FURLAN R, D. *et al.*, em 2021 conduziram um estudo com objetivo de avaliar a resistência a fadiga cíclica e a fadiga torcional de sete sistemas rotatórios. O teste consistiu em, um total de 140 instrumentos testados, sendo 20 de cada sistema: Genius (GN) 25/0.04, TruShape (TS) 25/0.06, Logic (LOG) 25/0.06, Vortex Blue (VB) 25/0.06, ProTaper Gold (PTG) 25/0.08, Hyflex CM (HCM) 25/0.06 e Hyflex EDM (EDM) 25/0.08. O teste de resistência à fadiga cíclica foi realizado utilizando um canal artificial de aço inoxidável com curvatura de 60° e raio de 5 mm, localizado a 5 mm da ponta do instrumento. As limas (n = 10) foram rotacionadas até a fratura, sendo o tempo registrado em segundos. O teste torcional foi realizado de acordo com a norma ISO 3630-1. Os dados foram analisados por ANOVA de uma via e teste de Tukey ($\alpha = 5\%$). A superfície fraturada dos instrumentos foi avaliada por microscopia eletrônica de varredura para confirmar o tipo de fratura. Os autores chegaram aos seguintes resultados: O valor de resistência à fadiga cíclica do grupo EDM foi significativamente maior do que o dos demais instrumentos testados ($p < 0,05$). O grupo LOG apresentou maior resistência à fadiga cíclica em comparação com GN e TS ($p < 0,05$). Não houve diferença significativa entre os demais grupos ($p > 0,05$).

No teste torcional, o grupo PTG 25/0.08 apresentou o maior valor de resistência torcional entre todos os instrumentos testados, seguido pelos grupos VB e EDM ($p < 0,05$). O grupo LOG apresentou diferença significativa apenas em relação ao grupo GN ($p < 0,05$). Não houve diferença entre os demais grupos ($p > 0,05$). Em relação à deflexão angular, os grupos GN, TS, HCM e EDM apresentaram valores significativamente maiores até a fratura quando comparados aos demais ($p < 0,05$). Não houve diferença entre os grupos PTG, LOG e VB ($p > 0,05$). E, portanto, concluíram que, no presente estudo *in vitro*, o grupo EDM apresentou a maior resistência à fadiga cíclica

entre todos os instrumentos testados. No teste torcional, o grupo PTG apresentou a maior resistência torcional e os menores valores de deflexão angular.

BÜRKLEIN S. *et al.*, em 2024 conduziram um experimento para avaliar a fadiga cíclica de diferentes instrumentos de NiTi reciprocantes. Antes da avaliação do estudo principal, foi realizada uma investigação preliminar sob condições idênticas, utilizando cinco instrumentos em cada grupo. No total, foram utilizados 20 instrumentos por grupo assim era calculado o tamanho da amostra, os canais artificiais consistiam em canais radiculares artificiais com dimensões compatíveis com os instrumentos avaliados, foram utilizados 4 tipos de canais artificiais. 25/.06 com conicidade constante; 25/.07 com conicidade variável; 25/.08 com conicidade variável; 30/.04 com conicidade constante todos com tolerância de 0,02mm. O teste, portanto, aconteceu nas seguintes condições: incubadora a 37 °C (temperatura corporal). Óleo de glicerina aquecido foi usado como lubrificante, com renovação contínua para garantir movimento sem atrito. Os canais artificiais foram cobertos com vidro temperado para evitar o deslocamento dos instrumentos. Um suporte excêntrico (1,5 mm do eixo central) simulou movimentos de vai e vem durante o preparo do canal, com velocidade de 0,5 Hz (1 ciclo a cada 2 segundos). Todos os instrumentos seguiram as recomendações do fabricante. Os instrumentos avaliados incluíram: Reciproc Blue, Procodile, WaveOnde Gold, R-Motion 25/.07 e 30/.04

O teste sempre era interrompido quando ocorria a fratura e era iniciado quando a lima chegava ao comprimento de trabalho com tempo máximo de 720 segundos. O número de ciclos até a fratura foi calculado pela fórmula: $NCF = \text{tempo até a fratura (s)} / 60 \times \text{rpm}$ Onde: NCF = número de ciclos até a fratura; rpm = rotações por minuto A análise dos instrumentos fraturados era feita da seguinte forma. O comprimento dos fragmentos foi medido com paquímetro digital. Para avaliar o tipo de fratura, cinco amostras de cada grupo foram analisadas em microscópio a laser (aumento de 500×), após limpeza com álcool 70% e inclusão em silicone. Fraturas por fadiga apresentam “pitting” em toda a superfície, enquanto fraturas torcionais apresentam marcas circulares e pitting central. A análise estatística foi realizada com o software SPSS 20.

Quanto ao número de instrumentos fraturados: Apenas seis instrumentos RM_06 fraturaram, enquanto 16 instrumentos RPB, 18 Procodile e todos os instrumentos WOG e RM_04 fraturaram. Quanto ao tempo e número de ciclos até a fratura: Tanto o tempo até a fratura (TTF) quanto o número de ciclos até a fratura apresentaram diferenças significativas semelhantes. A maior resistência à fadiga foi observada no grupo RM_06. A mediana do TTF no grupo RM_06 atingiu 720 segundos correspondendo ao tempo máximo de registro do experimento. Quanto ao comprimento dos fragmentos temos: RPB e RM_04 foram significativamente maiores do que os do grupo WOG. Portanto os autores concluíram que instrumentos com tratamento térmico apropriado, resultando em instrumentos de coloração azul e com temperatura Af próxima à temperatura corporal, apresentaram maior número de ciclos até a fratura (NCF) e maior tempo até a fratura (TTF) quando comparados a instrumentos tratados termicamente do tipo SE e Gold,

quando testados em canais radiculares artificiais severamente curvos e individualmente padronizados à temperatura corporal.

3.3 Instrumentos e exames auxiliares para remoção de instrumentos endodônticos fraturados

MADARATI A, A. *et al.*, em 2010 conduziram um estudo onde o objetivo era investigar se a remoção ultrassônica de instrumentos endodônticos fraturados enfraquece a raiz do elemento dental. Cinquenta e três raízes de caninos foram pesadas e divididas em quatro grupos. Oito raízes constituíram o grupo controle, no qual os canais foram instrumentados até o instrumento ProTaper F5. Nos grupos experimentais, fragmentos de instrumentos ProTaper F5 foram fraturados nos terços coronário, médio e apical e posteriormente removidos por ultrassom. O tempo necessário para a remoção foi registrado. As raízes foram novamente pesadas, os canais foram preparados até o instrumento ProTaper F5 e obturados com GuttaFlow. Após incubação, as raízes foram submetidas a teste de fratura vertical, registrando-se a força necessária para fratura. A diferença de massa radicular antes e após o tratamento foi calculada. Os resultados foram os seguintes. A maior perda de massa radicular foi observada na remoção de fragmentos no terço apical (46,04 mg), seguida pelo terço médio (27,7 mg) e coronário (13,5 mg), sendo essas diferenças estatisticamente significativas, também houve diferenças significativas na força necessária para fratura vertical entre os grupos experimentais ($p < 0,05$). A menor força média foi observada no grupo do terço apical (107,1 N), seguida pelos grupos do terço médio (152,6 N) e coronário (283,3 N). A maior força foi registrada no grupo controle (301,5 N), não diferindo significativamente do grupo coronário. E, portanto, concluíram que a remoção de instrumentos fraturados no terço coronário pode ser considerada um procedimento seguro. No entanto, a remoção em regiões mais profundas do canal radicular reduz a resistência da raiz à fratura vertical.

KAUL, R. *et al.*, em 2022 conduziram um estudo de caso sobre o uso de microscópio para remoção de instrumentos fraturados no canal endodôntico. Uma paciente do sexo feminino, de 6 anos, compareceu ao Departamento de Odontopediatria e Odontologia Preventiva com queixa de dor na região posterior inferior direita da boca. Seu histórico médico não apresentava alterações relevantes. O histórico odontológico indicava a realização de tratamento endodôntico no segundo molar decíduo inferior direito (85) por um clínico geral uma semana antes. Ao exame clínico, observou-se o segundo molar decíduo inferior direito com restauração provisória. O exame radiográfico revelou a presença de um instrumento fraturado no terço apical do canal distal. Durante a discussão das opções de tratamento, o responsável pela criança optou pela preservação do dente, em vez da extração. Assim, foi planejada uma pulpectomia em duas etapas: na primeira, a remoção do instrumento fraturado com medicação intracanal de hidróxido de cálcio; na segunda, a obturação dos canais radiculares seguida da colocação de uma coroa pré-fabricada de aço inoxidável. Os orifícios dos canais foram localizados com explorador endodôntico DG16. Os canais mesiovestibular, mesiolingual e distolingual foram explorados com lima K nº 10, sem intercorrências. Entretanto, o canal distovestibular apresentava-se completamente obstruído além de 5 mm, sendo impossível sua

negociação. Observou-se resistência à penetração com limas K nº 8, 10 e 15. Os canais mesiolingual, mesiovestibular e distolingual foram preparados com limas K nº 15, 20 e 25. A irrigação foi realizada com hipoclorito de sódio a 1%, seguida de soro fisiológico após cada instrumento. Esses canais foram então selados com pellets de algodão para evitar a migração acidental do fragmento para outros canais. O terço coronário do canal distovestibular foi levemente modificado com ponta ultrassônica endodôntica ET20D, utilizando aparelho ultrassônico, para obtenção de acesso em linha reta ao fragmento. A irrigação com soro fisiológico estéril foi realizada intermitentemente para resfriamento. O instrumento fraturado foi visualizado com auxílio de microscópio operatório (DOM) com aumento de 8×. O explorador DG16 foi novamente utilizado para confirmar o acesso direto ao fragmento. Uma solução de EDTA a 17% foi aplicada com seringa de 30G e parcialmente aspirada, mantendo apenas pequena quantidade ao redor do fragmento, a fim de não comprometer a visualização e evitar extrusão apical. A criação da plataforma de acesso (“staging”) foi realizada com ponta ultrassônica ET40, ativada ao redor do instrumento em movimento circunferencial, com potência 4 e aumento de 16×. Em seguida, com potência 5, a ponta ultrassônica foi colocada em contato com o fragmento e ativada com movimentos suaves no sentido anti-horário, promovendo o deslocamento do fragmento para a câmara pulpar. O fragmento foi removido com pinça de Steiglitz. Após a remoção, os pellets de algodão foram retirados dos demais canais. Após remoção com sucesso o dente foi restaurado e obturado seguindo os padrões da endodontia, o paciente foi acompanhado após 2 semanas, 3 meses e 6 meses, clinicamente permaneceu assintomático e radiograficamente não apresentava alteração, os autores portanto concluíram que O uso do dispositivo ultrassônico endodôntico, associado à melhor visualização proporcionada pelo microscópio operatório, aliado a um prognóstico favorável, constitui a opção de tratamento de escolha para a remoção de instrumentos fraturados. A combinação de intervenção precoce na remoção do instrumento fraturado e a desinfecção do canal radicular e dos tecidos perirradiculares, juntamente com o uso de agentes antimicrobianos, resultou em um desfecho favorável.

KALOGEROPOULOS K. *et al.*, em 2022 fizeram um estudo e posteriormente analisaram casos clínicos da influência da tomografia computadorizada Cone-Beam no auxílio do tratamento e avaliação clínica dos instrumentos fraturados no canal radicular. Dois endodontistas experientes, com mais de 15 anos de prática clínica diária, avaliaram todos os casos de forma independente e duplicada. Foi realizada uma calibração prévia em 30% das amostras, em duas etapas: inicialmente com radiografias periapicais e, posteriormente, com exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT). Em seguida, a avaliação radiográfica foi realizada de forma independente por ambos os examinadores em toda a amostra. Eventuais discordâncias foram resolvidas por discussão e consenso entre os avaliadores, com auxílio de um terceiro examinador experiente, com mais de 20 anos de prática clínica em endodontia. Todos os pacientes apresentavam histórico médico sem relevância. O critério de inclusão foram: molares superiores e inferiores com fratura de instrumento na raiz mesial, por outro lado o critério de exclusão foram: pacientes com condições médicas graves ou com histórico de radioterapia em região maxilofacial

Na primeira consulta, foi realizada anamnese, seguida de exame clínico e radiográfico detalhado. O exame clínico incluiu inspeção visual da região ao redor do dente, avaliação de sinais patológicos (como edema ou fístula), além de testes de palpação e percussão. Também foi realizada avaliação periodontal, incluindo mobilidade dentária e sondagem periodontal. O exame radiográfico inicial consistiu em radiografias periapicais em dois ângulos horizontais, utilizando a técnica do paralelismo. Foram registrados os seguintes parâmetros: dente avaliado, raiz e canal com instrumento fraturado, localização do fragmento, presença de lesão e sinais clínicos

Após essa etapa, foi elaborado um plano de tratamento inicial com base nas radiografias periapicais, sendo registrado de forma cega pelos avaliadores. O exame de CBCT foi realizado 15 dias após a avaliação inicial, com o objetivo de aumentar a objetividade e a confiabilidade da tomada de decisão terapêutica dos 52 casos analisados, houve mudança no planejamento terapêutico após avaliação por CBCT em mais da metade dos casos (29/52; 55,8%). O planejamento baseado no CBCT coincidiu com a conduta final em todos os casos, exceto dois, nos quais a decisão inicial de realizar bypass foi alterada para retenção do fragmento ou abordagem cirúrgica. Em quatro casos adicionais, o fragmento foi mantido conforme planejado após CBCT, porém com complementação por tratamento cirúrgico. O plano inicial baseado em radiografia periapical indicava by-pass em 27 casos. Após avaliação por CBCT: 18 casos foram modificados para retenção do fragmento e 5 casos passaram a indicar remoção do fragmento

Nos casos em que a remoção do instrumento havia sido inicialmente planejada (25 casos), houve modificação após CBCT em: 4 casos alterados para retenção do fragmento e 2 casos alterados para by-pass. A maioria dos casos (19/25; 76%) manteve a indicação de remoção. Portanto concluíram que, o presente estudo demonstra que a avaliação pré-operatória por CBCT pode auxiliar significativamente no planejamento do tratamento e no manejo de casos com fratura de instrumentos nas raízes mesiais de molares inferiores e superiores.

3.4 Técnicas para remoção de instrumentos fraturados

SUTER B. *et al.*, em 2005 avaliaram uma série de casos clínicos e a taxa de sucesso da remoção de fragmentos de instrumentos endodônticos. Durante um período de 18 meses, todos os casos endodônticos encaminhados com instrumentos fraturados nos canais radiculares foram analisados. o protocolo de remoção incluiu: obtenção de acesso em linha reta até a porção coronária do fragmento, criação de um sulco ao redor do instrumento com limas ultrassônicas e/ou tentativa de bypass com limas K. Em seguida, o instrumento era submetido à vibração ultrassônica para remoção ou, alternativamente, removido por meio da técnica do tubo associada à lima Hedström ou métodos semelhantes. A localização do fragmento e o tempo necessário para sua remoção foram registrados. O sucesso foi definido como a remoção completa do fragmento sem ocorrência de perfuração clinicamente detectável. Os resultados foram os seguintes, foram incluídos 97 casos consecutivos de fratura de instrumentos. Destes, 84 (87%) foram

removidos com sucesso. Houve correlação significativa entre o aumento do tempo de remoção e a redução da taxa de sucesso. Canais curvos apresentaram significativamente mais fraturas do que canais retos ($p < 0,05$). Instrumentos rotatórios fraturaram com maior frequência em canais curvos ($p < 0,05$) em comparação a outros instrumentos. Metade das fraturas ocorreu nas raízes mesiais de molares inferiores, principalmente durante o uso de instrumentos rotatórios. Não houve diferença estatisticamente significativa na taxa de sucesso em relação à localização do fragmento, ao tipo de instrumento fraturado ou ao método de remoção utilizado. Canais curvos apresentam maior risco de fratura de instrumentos em comparação aos canais retos. Instrumentos rotatórios fraturam com maior frequência nesses casos. A taxa de sucesso na remoção foi de 87%, sendo observada redução dessa taxa com o aumento do tempo de tratamento. O uso do microscópio operatório foi considerado essencial para a execução das técnicas de remoção.

NEVARES, G *et al.*, em 2012 avaliaram o sucesso das técnicas de remoção ou Bypassing das fraturas de limas endodônticas. Ela avaliou 112 casos de fraturas, com o auxílio do microscópio criou uma visualização direta do artefato e neste contexto ela removeu 68 limas fraturadas visíveis e a técnica de Bypassing foi empregada em 44 casos em que não era visível o fragmento, os resultados foram, 85.3% de sucesso nas limas removidas visíveis e 47.7% de sucessos nas limas não visíveis com a técnica de Bypassing. Eles chegaram à conclusão de que remover o artefato tem o dobro de chances de sucesso quando o artefato é visível

MCGUIGAN *et al.*, em 2013 fizeram uma revisão sobre as soluções para intercorrências de fratura de limas no canal radicular e apresentaram as seguintes opções, deve-se tomar a decisão de deixá-lo no local, ultrapassá-lo (bypass) ou removê-lo, sendo essa escolha baseada na avaliação do potencial benefício da remoção em comparação com o risco de complicações. Ele sugere que a remoção deve sempre ser tentada, sendo o fragmento mantido apenas quando a remoção não cirúrgica não for bem-sucedida quanto ao Bypass eles apresentam que, é mais conservador realizar o bypass do instrumento fraturado, especialmente em casos em que o acesso ao fragmento é limitado e sua remoção pode levar à remoção excessiva de dentina com possíveis sequelas associadas, os autores apresentam os seguintes dados portanto A probabilidade de remoção bem-sucedida de um instrumento fraturado é relatada como variando entre 53% e 95%. A ampla variação nos resultados pode ser explicada por diversos fatores que influenciam a probabilidade de remoção sendo eles localização, comprimento e tipo do instrumento fraturado; o dente/canal envolvido; a habilidade do clínico e os recursos disponíveis. Os métodos de remoção apresentados são os seguintes auxílio de ultrassom para chegar ao artefato, extração com uso de microtubos que geralmente envolve o posicionamento da extremidade de um tubo metálico estreito sobre a ponta coronal exposta do instrumento fraturado, sendo previamente criada uma cavidade circunferencial ao redor da cabeça do fragmento por meio de brocas trefinas especializadas, o tubo então se acopla ao fragmento mecanicamente ou o retém com auxílio de adesivo de cianoacrilato eles concluíram que embora muitas dessas técnicas tenham sido descritas como bem-

sucedidas, elas exigem o uso habilidoso do microscópio operatório e, em geral, são consideradas de competência do especialista em endodontia.

NAVARRO, J.F.B. *et al.*, em 2013 avaliaram dois casos clínicos, no primeiro eles apresentaram que paciente do sexo feminino, 45anos, foi encaminhado para tratamento endodôntico após sucessivas tentativas, sem êxito, de remoção de um fragmento de instrumento endodôntico localizado no interior do canal radicular mésio vestibular do primeiro molar superior esquerdo. Na radiografia constatou-se a presença de um fragmento de instrumento, de aproximadamente 2,0mm de comprimento, ocupando o terço apical do canal radicular. Devido a fratura ter acontecido no início do preparo biomecânico, não houve a realização do preparo e limpeza adequada do canal. Assim, optou-se por transpassar o fragmento para a modelagem e sanificação na região apical foi realizado um novo preparo cervical usando uma sequência de Gates de apical para cervical até a de número 5 para melhorar o acesso a região apical. Iniciou-se a tentativa de transpasse através da lima #08. Após conseguir transpassar a lima FRATURADA foi usado a lima #10 e realizado radiografia, A patência do canal foi mantida passando-se sempre a lima #10 no comprimento real do canal. EDTA por 3min, obturação com cone único, cimento AH-PLUS e guta. O outro caso eles apresentaram que o paciente do sexo feminino, 17 anos, estava sendo submetida à terapia endodôntica radical onde ocorreu a fratura na porção apical do canal distal do primeiro molar inferior esquerdo com o instrumento R25 Reciproc. Na radiografia constatou-se a presença do fragmento do instrumento fraturado, de aproximadamente 2,0mm de comprimento, ocupando o terço apical do canal radicular. Não se conseguiu êxito na remoção e não houve possibilidade do transpasse. Por se tratar de uma biopulpectomia o canal foi modelado e limpo até onde foi possível chegar utilizando PROTAPER e realizando a obturação com cone único, cimento AH-Plus e guta, portanto eles constataram que apesar de autores defenderem que a melhor opção em casos de fratura é a retirada do instrumento, em situações de impossibilidade de remoção, observado na maioria dos casos, o instrumento fraturado permanece na massa obturadora e não é motivo de dor pós-operatória nem insucesso do tratamento.

MADARATI A, A. *et al.*, em 2013 conduziram uma revisão com o objetivo de revisar as opções de tratamento e fatores que influenciam nas complicações e propor um processo de tomada de decisão para o manejo dos casos. Foi realizada uma busca online em periódicos revisados por pares indexados no PubMed, incluindo estudos clínicos e experimentais, relatos de caso e artigos de revisão, utilizando as seguintes palavras-chave: instrumentos, limas, obstruções, fraturados, separados, quebrados, remoção, recuperação, manejo, bypass e complicações, com ou sem associação com canal radicular e endodontia. Os resultados foram os seguintes, observa-se escassez de evidências de alto nível sobre o manejo de instrumentos fraturados. As abordagens conservadoras convencionais incluem a remoção do fragmento, a realização de bypass ou o preenchimento do canal até o nível coronário do fragmento. A intervenção cirúrgica constitui uma alternativa. Essas abordagens são influenciadas por diversos fatores e podem estar associadas a complicações. Com base nas evidências clínicas disponíveis,

propõe-se um processo de tomada de decisão para o manejo desses casos. E, portanto, os autores concluíram que ainda não existem diretrizes estabelecidas para o manejo de instrumentos fraturados intracanais. As decisões devem considerar: (1) as limitações anatômicas do canal em relação ao fragmento; (2) o estágio do preparo em que ocorreu a fratura; (3) a experiência do clínico; (4) os recursos disponíveis; (5) as possíveis complicações do tratamento escolhido; e (6) a importância estratégica do dente e a presença ou ausência de patologia periapical. A experiência clínica, o conhecimento desses fatores e a capacidade de tomada de decisão equilibrada são fundamentais.

ROSSI, R.R. *et al.*, em 2014 Fizeram um relato de caso em que ocorreu uma fratura de lima e optaram pela cirurgia parentodontica para remoção, eles apresentaram o seguinte caso, paciente M. J. S. compareceu a clínica odontológica da Unipar, no curso de aperfeiçoamento em endodontia para o tratamento endodôntico do elemento 36. Durante o tratamento seguindo o protocolo preconizado pelo curso (instrumentação rotatória) ocorreu a fratura de um instrumento onde ela ficou retida cinco milímetros aproximadamente dentro do canal e aproximadamente três milímetros e meio para fora do canal. Após análise radiográfica optou-se pela remoção cirúrgica do instrumento fraturado, foi realizado assepsia extraoral com iodo polivinilpirrolidona com 1% de iodo ativo (PVP-I) e assepsia intra-oral com gluconato de clorexidina a 0,12%, e realizada então a anestesia a qual bloqueou os nervos alveolar inferior, bucal e lingual utilizando mepivacaina HCl 2% com vasoconstritor epinefrina 1:100.000, com lamina de bisturi em aço carbono modelo 15c, realizou-se então a incisão do tipo Newman, em seguida utilizou-se uma cureta de Lucas n.86 foi removendo completamente o tecido de granulação, expondo assim o instrumento fraturado e removendo o artefato eles concluíram que, caso a fratura do instrumento ultrapasse o forame apical a remoção pode ser cirúrgica seguindo o descrito pelo caso

RADEVA, E., em 2017 apresentou casos clínicos referente ao Bypassing de limas fraturadas, uma paciente do sexo feminino, de 27 anos, compareceu ao consultório odontológico apresentando dor e presença de abscesso submucoso na região dos dentes 46 e 47. O exame radiográfico revelou periodontite apical crônica e instrumento fraturado nas raízes mesial e distal do dente 46. Foi estabelecido acesso em linha reta, a parte coronária foi ampliada e retificada com as limas de Gates, iniciou-se o Bypass com limas k de aço inoxidável tamanho 06-08 para buscar caminho ao redor do instrumento após o bypass o comprimento de trabalho foi estabelecido durante o preparo do canal foi utilizado hipoclorito de sódio a 2,5% e feito patencia, realizou-se medicação intracanal com hidróxido de cálcio e iodofórmio por 5 dia a cavidade foi fechada com algodão e cotlosol, na consulta seguinte o dente foi aberto novamente, remoção da medicação intracanal e feito o preparo na região apical com lima k 25, foi utilizado cimento AH Plus para obturação do canal. Ela conclui, portanto, que, se a remoção do instrumento fraturado falhar, o bypass do instrumento é uma opção alternativa para a limpeza do canal radicular.

TERAUCHI Y. *et al.*, em 2021 conduziram uma análise de diversos procedimentos de remoção de instrumentos fraturados, os métodos usados foram os seguintes. Foram

avaliados os procedimentos de remoção de 128 instrumentos fraturados encaminhados para retratamento em um consultório endodôntico privado por clínicos gerais, com acompanhamento mínimo de 6 meses. Imagens pré-operatórias de tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) foram utilizadas para medir o comprimento dos instrumentos fraturados em relação ao grau de curvatura dos canais. Na fase inicial, instrumentos ultrassônicos foram utilizados para remover estrutura dentária e afrouxar o fragmento. Na segunda fase, foram utilizados ultrassom, laços de fio (wire loops) ou instrumentos XP Shaper (FKG Dentine SA, Suíça) para remoção do fragmento. O tempo de todos os procedimentos foi registrado. A análise estatística foi realizada por regressão log-normal, modelagem de equações estruturais e regressão linear, utilizando o software Stata versão 14.2. Os resultados, portanto, foram os seguintes, Todos os instrumentos fraturados foram removidos com sucesso. Utilizando o protocolo deste estudo, 89,8% dos instrumentos foram removidos apenas com ultrassom, com tempo médio de 221 segundos. O tempo de remoção foi influenciado tanto pelo comprimento do instrumento quanto pela curvatura do canal radicular. Além disso, os tempos de preparo aumentaram proporcionalmente com o aumento do comprimento do instrumento quando foi necessário o uso de dispositivos de laço. Os autores, portanto, tiveram a seguinte conclusão. A fase de preparo desempenha papel importante na remoção de instrumentos fraturados. Os tempos de preparo, tanto para grupos com uso de laço quanto sem uso de laço, demonstraram que o comprimento do instrumento e a curvatura do canal são preditores independentes do tempo do procedimento. De modo geral, o tempo clínico aumenta com o aumento do comprimento da lima e com maiores graus de curvatura do canal radicular.

BORDONE A. *et al.*, em 2022 apresentaram um relato de caso que descreve a remoção de uma lima fraturada por meio da aplicação de um guia endodôntico. Um paciente de 30 anos foi encaminhado para retratamento endodôntico do primeiro pré-molar inferior direito. O dente apresentava dor à percussão e à palpação vestibular. A radiografia periapical revelou lesão periapical, tratamento endodôntico insatisfatório e presença de instrumento fraturado. Optou-se pela utilização do kit Zumax para remoção do fragmento. Com auxílio de software digital de implantodontia, foi confeccionado um guia com um tubo para direcionar a trefina e permitir acesso em linha reta ao fragmento. A trefina foi conduzida pelo guia de resina, e, após a perfuração, o instrumento foi removido com o extrator Zumax. Em seguida, o canal foi preparado, desinfetado e obturado. Portanto os autores concluíram que a técnica guiada evita remoção excessiva de estrutura dentária e simplifica o procedimento, reduzindo o tempo clínico

DULUNDU, M. *et al.*, em 2022 conduziram um estudo com o objetivo de avaliar a eficiência do sistema BTR-Pen na remoção de diferentes tipos de fragmentos, e analisar seu efeito na resistência à fratura das raízes após a remoção dos instrumentos. A seleção e o preparo das amostras consistiram em: Os dentes foram selecionados de um banco de dentes recentemente extraídos, sendo incluídos 130 molares superiores que atendiam aos critérios de inclusão, as raízes foram avaliadas radiograficamente com radiografias periapicais pré-operatórias e visualmente sob microscópio operatório odontológico (DOM). Dentes com tratamento endodôntico prévio foram excluídos. Portanto os dentes

selecionados apresentavam, ápice fechado, ausência de carie radicular, ausência de anomalias ou fraturas, ausência de reabsorções. O ângulo de curvatura das raízes mesiovestibulares foi medido em vistas méso-distal e vestibulo-palatina por software específico. Apenas raízes com curvatura $\leq 20^\circ$ (método de Schneider) foram incluídas. As raízes foram limpas por ultrassom e armazenadas em solução de formol a 10%. As coroas foram removidas, e as raízes foram separadas com disco diamantado, permanecendo com 11 mm de comprimento. Foram utilizadas apenas raízes mesiovestibulares (n = 130). Foram confeccionadas cavidades de acesso, e a patência foi obtida com limas K #10. Um residente em endodontia realizou a instrumentação com limas K e instrumentos rotatórios NiTi (ProTaper), utilizando técnica crown-down até o tamanho #25 e F2 (#25/.06). A irrigação foi realizada com 2 mL de hipoclorito de sódio a 2,5% entre cada instrumento. Dez raízes foram destinadas a grupo de controle sem procedimento de instrumentação e outro obturadas com cone de guta. As 120 raízes restantes foram divididas em quatro subgrupos (n = 30), de acordo com: tipo de instrumento fraturado (lima K ou NiTi rotatório) e localização da fratura (terço médio ou apical). A remoção dos instrumentos fraturados consistiu em: uma “plataforma de acesso” para melhorar a visualização do fragmento.

Brocas Gates Glidden foram modificadas e utilizadas (#1, #2 e #3) até contato com a parte coronária do fragmento. Uma ponta ultrassônica RT2 foi utilizada para remover dentina ao redor do fragmento. As amostras foram divididas em dois subgrupos conforme a técnica de remoção:

1) Técnica ultrassônica: Utilizou-se aparelho ultrassônico com pontas RT3, sem irrigação, com movimento anti-horário ao redor do fragmento.

2) Sistema BTR-Pen: Utilizou-se uma alça de nitinol (0,3 mm), adaptada à curvatura do canal. A alça envolvia o fragmento, prendendo aproximadamente 1,5 mm da porção coronária, permitindo sua remoção. Os testes de resistência da raiz foram feitos da seguinte forma, a porção apical da raiz foi recoberta com material de moldagem (0,2 mm) e embutida em resina acrílica. Após 24 horas, os blocos foram submetidos a teste em máquina universal. Um dispositivo metálico aplicou carga axial a 90° com velocidade de 1 mm/min até fratura da raiz. A fratura foi definida como a queda abrupta da força. Os valores máximos foram registrados em Newtons. Os autores chegaram nos seguintes resultados, A taxa geral de sucesso na remoção de instrumentos fraturados dos canais radiculares foi de 85% (102/120). Ao avaliar o sucesso de cada técnica, o sistema BTR-Pen removeu com sucesso 52 de 60 instrumentos fraturados (taxa de sucesso: 86,7%), enquanto a técnica ultrassônica obteve sucesso em 50 de 60 casos (taxa de sucesso: 83,3%). No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre as duas técnicas. também não houve diferença significativa entre os oito subgrupos em relação à taxa de sucesso. Na região apical, o sistema BTR-Pen apresentou maior taxa de sucesso (86,7%) em comparação à técnica ultrassônica (70%), porém essa diferença não foi estatisticamente significativa. A taxa geral de sucesso na remoção no terço apical foi de 78,3%, enquanto no terço médio foi de 91,7%. Em relação ao tipo de instrumento, 88,3% das limas K foram removidas com sucesso, enquanto 81,7% dos

instrumentos NiTi foram removidos. Essa diferença também não foi estatisticamente significativa. A maior média de força foi observada no grupo controle 2, seguido pelo grupo controle 1. A força necessária no grupo controle 2 foi significativamente maior que nos grupos experimentais. Houve diferença significativa na resistência à fratura entre os grupos BTR-Pen e ultrassônico, sendo que as raízes do grupo ultrassônico apresentaram maior resistência à fratura. A força média necessária para fratura não diferiu significativamente entre raízes com fratura no terço apical e no terço médio. A remoção de limas K ou instrumentos NiTi não influenciou significativamente a resistência à fratura dos dentes. Os autores concluíram, portanto, que, nenhuma das técnicas de remoção de instrumentos fraturados testadas foi superior à outra em termos de taxa de sucesso global e tempo de remoção. A localização e o tipo de instrumento fraturado não influenciaram significativamente a taxa de sucesso da remoção, porém parecem afetar o tempo necessário para o procedimento, as raízes do grupo submetido à técnica ultrassônica exigiram maior força para fratura radicular em comparação às do grupo BTR-Pen.

OLCZAK K. *et al.*, em 2023 conduziram um estudo para determinar a influência do tipo de adesivo e do comprimento da união na força de ruptura. Portanto conduziram da seguinte forma, foram utilizadas no estudo 120 limas (60 limas tipo Hedström e 60 limas tipo K) e 120 agulhas de injeção (calibre G21) (Tabela 1). Todas as limas foram cortadas após a parte ativa, gerando fragmentos de comprimento semelhante (~16 mm). Além disso, a ponta das agulhas foi removida, restando apenas a cânula com diâmetro externo de 0,8 mm (diâmetro interno de aproximadamente 0,6 mm). Os fragmentos das limas foram então colados às cânulas preparadas (mangas). Para garantir precisão na colagem, foi projetado e impresso em impressora 3D um dispositivo específico. Esse dispositivo foi utilizado para a colagem precisa do fragmento da lima à cânula. O modelo tridimensional do dispositivo foi desenvolvido em software CAD (Designspark Mechanical 6.0, RS Designspark, Londres, Reino Unido) e impresso em uma impressora 3D Ultimaker 2+ (Ultimaker B.V., Países Baixos), utilizando tecnologia de modelagem por deposição fundida (FDM) e filamento de polímero de ácido polilático (PLA). Os fragmentos das limas foram posicionados no bloco em “V” do dispositivo e deslocados até o batente. Em seguida, a lima foi fixada com a braçadeira, o batente foi removido, e a cânula foi preenchida com o material adesivo adequado e posicionada sobre o fragmento da lima, em comprimentos de 2 mm ou 4 mm. Foram utilizados os seguintes materiais como adesivo: Adesivo de cianoacrilato, cimento de ionômero de vidro e cimento resinoso composto de presa química. Alguns conjuntos lima–cânula foram embutidos em resina epóxi, posteriormente desgastados e polidos para obtenção de cortes longitudinais das interfaces de união. A análise foi realizada com uso de microscópio avaliando a extensão real de inserção do fragmento na cânula e o comprimento real da união colada. Após a polimerização, os conjuntos cânula–instrumento foram submetidos a testes de tração (pull-out). Os resultados foram analisados. Obtiveram os seguintes resultados, a viscosidade do adesivo influencia diretamente sua capacidade de preencher espaços entre a lima e a cânula. Adesivos de baixa viscosidade, como o cianoacrilato, apresentam melhor penetração. Já os cimentos

de ionômero de vidro e resinosos possuem viscosidade maior e variável. A ordem de viscosidade observada foi: cianoacrilato < cimento resinoso < ionômero de vidro. Os resultados indicam que o cianoacrilato é uma excelente alternativa aos cimentos protéticos, sendo especialmente recomendado para remoção de limas fraturadas. Além disso, verificou-se que o aumento da profundidade de inserção (4 mm) praticamente dobrou a resistência da união quando comparado a 2 mm ($p < 0,05$). Diferenças na resistência entre limas K e H estão relacionadas às características estruturais dos instrumentos, influenciando a distribuição do adesivo. Portanto eles concluíram que para ter um melhor prognóstico deve-se fornecer a maior superfície de união possível entre o instrumento fraturado e a cânula permite a transferência de maior força, aumentando a probabilidade de remoção do instrumento do canal. O adesivo de cianoacrilato é uma excelente alternativa aos cimentos protéticos

HASHEMI, N, *et al.*, em 2025 conduziram um teste da comparação da força de tração de diferentes métodos baseados em microtubos na remoção de limas fraturadas, os testes foram feitos da seguinte maneira, oitenta limas K de níquel-titânio (NiTi) #20 (Mani, Tochigi, Japão) foram cortadas a 8 mm da ponta, fixadas em uma placa de cortiça e divididas em cinco grupos ($n = 14$ cada). Os métodos baseados em microtubos incluíram: microtubo com cola de cianoacrilato (grupo 1), resina composta fluida fotopolimerizável (grupo 2), fio (grupo 3), eixo interno (grupo 4) e laser (grupo 5). Cada método envolveu a extremidade livre do instrumento fraturado acima da placa de cortiça, sendo realizado um teste de tração utilizando uma máquina universal de ensaios (UTM). Além disso, 10 amostras foram fraturadas em canais radiculares de caninos extraídos, e a temperatura da superfície externa da raiz foi medida utilizando os métodos de microtubo e laser. Eles chegaram nos seguintes resultados, os grupos 1 e 4 apresentaram forças de tração significativamente maiores em comparação aos demais grupos. Os grupos 2 e 5 apresentaram forças significativamente menores ($p < 0,001$). No grupo 5, o aumento de temperatura foi de 11 °C na superfície do tubo e de 3 °C na superfície radicular. E concluíram, portanto, que todas as técnicas baseadas em microtubos são eficazes para a remoção de instrumentos fraturados, sendo os métodos com cianoacrilato e laser particularmente indicados em situações que exigem maior força de remoção.

LATEEF A, A. *et al.*, em 2025 conduziram um estudo com objetivo de avaliar a medida em que os materiais obturadores conseguem ultrapassar instrumentos endodônticos fraturados posicionados nos terços médio e apical de canais radiculares simulados com curvatura acentuada, utilizando diferentes técnicas de obturação. Os métodos e materiais usados foram os seguintes. Os cálculos de poder estatístico foram realizados utilizando o software G*Power versão 3.1.9.6 (Franz Faul, Universidade de Kiel, Alemanha), considerando poder de 95%, erro alfa de 5% e tamanho de efeito de 0,9, sendo necessárias 48 amostras no total ($n = 8/\text{grupo}$). Foram utilizadas 10 amostras por grupo. Sessenta blocos de resina com canais radiculares simulados e curvatura única (Dentsply Maillefer, Suíça) foram utilizados, com comprimento de 16,5 mm, conicidade e diâmetro equivalentes a um instrumento ISO #15, curvatura de

50° e raio de 6,5 mm Os canais foram instrumentados com limas rotatórias NiTi ProTaper Universal (sequência S1, S2, F1, F2, F3), utilizando motor endodôntico ajustado para 250 rpm e torque de 3,5 N·cm. A distância entre o forame apical e a extremidade coronária do instrumento fraturado foi medida com auxílio de imagens digitais obtidas em estereomicroscópio e analisadas com o software ImageJ. A obturação foi realizada utilizando o cimento Gutta Flow2 e dividida em 4 grupos com diferentes formas de obturação. Grupo A1: cone F2 cortado 3 mm da ponta para adaptação ao fragmento; inserido com cimento utilizando lentulo #25; condensação com plugger sob carga de 1 kg por 60 segundos Grupo A2: cone F3 cortado 6 mm da ponta, com mesma técnica do grupo A1 Grupos B1 e B2: utilização de cones F2 e F3, respectivamente, com condensação lateral utilizando espaçador rotatório NiTi e cones acessórios ISO #15 Grupos C1 e C2: utilização de obturadores softcore (ISO #25 e #30), com corte da ponta semelhante aos grupos A; aquecimento em forno específico e inserção sob carga de 1 kg

Para avaliar o quanto o material obturador ultrapassou o instrumento fraturado foi medida a distância entre o forame apical e a extensão apical do material obturador o bypass é calculado subtraindo essa medida da distância entre o forame apical e a extremidade coronária do fragmento. Os autores obtiveram os seguintes resultados, para o terço apical o grupo B1 apresentou o maior valor médio ($3,27 \pm 0,63$), enquanto o grupo A1 apresentou o menor valor médio ($2,39 \pm 0,44$). Os resultados evidenciaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. As comparações múltiplas indicaram que o by-pass dos instrumentos fraturados pelos materiais obturadores, após obturação por condensação lateral com condensador rotatório, foi significativamente maior quando comparado às técnicas do cone único e da obturação softcore. Além disso, não houve diferença estatisticamente significativa entre as técnicas de cone único e softcore. Já para o terço médio o grupo C2 apresentou o maior valor médio ($5,76 \pm 0,64$), enquanto o grupo B2 apresentou o menor valor médio ($2,27 \pm 0,96$) Foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos. A técnica de obturação softcore apresentou valores de bypass significativamente maiores em comparação às técnicas de condensação lateral e cone único. Além disso, a técnica do cone único apresentou valores de bypass significativamente maiores do que a técnica de condensação lateral. Portanto os autores concluíram que a obturação com gutta-percha termoplastificada associada ao cimento GuttaFlow2 melhora o bypass dos materiais obturadores em direção apical ao extremo coronário do instrumento fraturado, e que o uso de um espaçador NiTi recíprocante na técnica de condensação lateral também melhora o by-pass dos materiais obturadores no sentido apical.

FU, M. *et al.*, em 2025 apresentaram um caso clínico onde a fratura ocorreu após o forame apical e foi usado cirurgia robotizada para remoção. Um paciente do sexo masculino, 48 anos, sem evidência de defeitos ósseos, foi diagnosticado com uma lima fraturada completamente além do forame apical durante tratamento endodôntico do incisivo lateral superior direito. As informações do paciente foram utilizadas para criar um modelo digital incorporado a um software de planejamento pré-operatório, permitindo

o desenvolvimento da estratégia cirúrgica. O sistema ATR utiliza métodos de alinhamento espacial para registro, direcionando o braço robótico a localizar de forma autônoma o fragmento de acordo com o plano cirúrgico. Para garantir uma abordagem minimamente invasiva, o fragmento foi removido em duas etapas. Após a remoção do tecido ósseo e do fragmento, o clínico realizou a sutura sob microscópio operatório. Portanto os autores concluíram que o sistema ATR permite a localização precisa de fragmentos além do forame apical, mantendo as tábuas ósseas intactas. Essa tecnologia tem potencial para aumentar a precisão do posicionamento, reduzir a necessidade de remoção óssea invasiva, diminuir o tempo operatório e contribuir para o sucesso de procedimentos microcirúrgicos endodônticos.

4. DISCUSSÃO

Os estudos analisados demonstram que a fratura de instrumentos endodônticos é um fenômeno multifatorial, envolvendo tanto fatores mecânicos quanto anatômicos e operacionais. Correia-Sousa *et al.* (2013) observaram baixa prevalência de fraturas em ambiente acadêmico, porém com maior incidência no terço apical e em retratamentos, o que sugere maior complexidade técnica nesses casos. Esse achado é corroborado por Pedir *et al.* (2016), identificaram maior ocorrência em canais curvos, especialmente em molares e em limas de pequeno calibre, reforçando a influência da anatomia radicular.

No aspecto mecânico, Franco (2013) demonstrou que agentes químicos como o hipoclorito de sódio podem comprometer a integridade superficial das limas, aumentando sua suscetibilidade à corrosão e, conseqüentemente, à fratura. Já Lopes *et al.* (2013) evidenciaram que a localização da curvatura do canal influencia diretamente a resistência à fadiga cíclica, sendo a região média mais crítica para fraturas, o que complementa os achados clínicos relacionados à anatomia.

Os estudos laboratoriais mais recentes, como os de Camargo *et al.* (2021), Furlan *et al.* (2021) e Bürklein *et al.* (2024), aprofundam essa discussão ao demonstrar que propriedades do material, como tratamento térmico, design e liga de NiTi, exercem papel fundamental na resistência à fadiga e à fratura. Instrumentos com tratamento térmico avançado apresentaram maior resistência, evidenciando a evolução tecnológica como fator relevante na redução dessas intercorrências.

Dessa forma, observa-se consenso entre os autores de que a fratura resulta da interação entre fatores anatômicos (curvatura e complexidade do canal), fatores operatórios (técnica e experiência do operador) e fatores relacionados ao instrumento (material, design e condições químicas).

A literatura evidencia que o sucesso na remoção de instrumentos fraturados depende fortemente dos recursos auxiliares utilizados, especialmente aqueles que aumentam a visualização e o controle clínico. Madarati *et al.* (2010) demonstraram que, embora a remoção ultrassônica seja eficaz, ela pode comprometer a resistência estrutural da raiz, principalmente quando realizada no terço apical, indicando que a localização do fragmento é um fator crítico na tomada de decisão.

Nesse contexto, Kaul *et al.* (2022), que demonstraram, em relato clínico, que a associação entre ultrassom e microscópio operatório proporciona maior precisão e melhores desfechos clínicos na remoção de fragmentos.

Além disso, Kalogeropoulos *et al.* (2022) evidenciaram que o uso da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) pode alterar significativamente o planejamento terapêutico, modificando condutas inicialmente baseadas apenas em radiografias periapicais. Esse dado demonstra que exames tridimensionais são fundamentais para

avaliação da localização do fragmento e das condições anatômicas, aumentando a previsibilidade do tratamento.

Portanto, há consenso entre os autores de que a associação entre tecnologias de imagem (CBCT) e magnificação (microscópio operatório) representa um avanço significativo na endodontia moderna, permitindo abordagens mais seguras, precisas e conservadoras, apesar dos riscos estruturais associados à remoção em regiões mais profundas.

Os estudos analisados demonstram que não existe uma abordagem única ideal para o manejo de instrumentos fraturados, sendo a decisão clínica dependente de múltiplos fatores. Suter *et al.* (2005) e Nevares *et al.* (2012) apresentaram altas taxas de sucesso na remoção (cerca de 85–87%), porém destacaram que a visibilidade do fragmento e o tempo clínico influenciam diretamente o prognóstico, sendo a remoção mais previsível quando o fragmento é acessível.

McGuigan *et al.* (2013) e Madarati *et al.* (2013) reforçam essa ideia ao defenderem que a escolha entre remoção, bypass ou manutenção do fragmento deve considerar riscos e benefícios, especialmente a perda de estrutura dentária. Navarro *et al.* (2013) e Radeva (2017) demonstraram que o bypass pode ser uma alternativa eficaz quando a remoção não é possível, sem necessariamente comprometer o sucesso clínico.

No campo das técnicas, Terauchi *et al.* (2021) evidenciaram que o ultrassom é altamente eficiente, sendo responsável pela remoção da maioria dos casos, enquanto Dulundu *et al.* (2022) mostraram que sistemas como o BTR-Pen apresentam eficácia semelhante ao ultrassom, sem diferenças estatísticas significativas. Já Olczak *et al.* (2023) e Hashemi *et al.* (2025) destacaram a eficiência de técnicas baseadas em microtubos, especialmente com uso de cianoacrilato, aumentando a força de remoção.

A bordagens mais recentes, como a endodontia guiada Bordone *et al.*, (2022) e técnicas robóticas Fu *et al.*, (2025), demonstram uma tendência para procedimentos mais precisos e minimamente invasivos. Além disso, Lateef *et al.* (2025) evidenciaram que, em casos em que o fragmento é mantido, técnicas obturadoras específicas podem melhorar o bypass do material, contribuindo para o sucesso do tratamento.

Além disso, Dablanca Blanco *et al.*, (2022) ressaltaram que as propriedades mecânicas dos instrumentos de níquel-titânio estão diretamente relacionadas às suas fases microestruturais, sendo elas austenítica, martensítica e fase R. Segundo os autores, a capacidade de alteração estrutural dessas ligas proporciona características importantes como superelasticidade e memória de forma, permitindo maior adaptação aos canais curvos e redução do risco de deformações permanentes. Entretanto, mesmo com essas propriedades, os instrumentos continuam suscetíveis à fadiga cíclica e torsional quando submetidos a condições clínicas desfavoráveis ou uso excessivo.

Outro aspecto importante identificado na literatura refere-se à influência da anatomia radicular sobre a ocorrência e o manejo das fraturas instrumentais. Estudos demonstraram que molares inferiores, principalmente em raízes mesiais e canais com acentuada

curvatura, apresentam maior prevalência de fraturas devido à dificuldade de instrumentação e às maiores tensões exercidas sobre as limas. A presença de canais estreitos, calcificados ou com fusão anatômica também dificulta os procedimentos de remoção, aumentando o risco de desgaste excessivo de dentina e comprometimento estrutural do elemento dentário.

No que diz respeito às técnicas de remoção, observa-se constante evolução dos métodos minimamente invasivos. Técnicas utilizando microtubos associados a adesivos como o cianoacrilato apresentaram resultados promissores quanto à força de retenção e remoção do fragmento, preservando maior quantidade de estrutura dentária quando comparadas a métodos mais agressivos. Da mesma forma, abordagens guiadas digitalmente, com auxílio de softwares tridimensionais e impressão de guias em resina, vêm proporcionando maior precisão clínica e redução do tempo operatório, principalmente em casos complexos.

Adicionalmente, a literatura evidencia que a tomada de decisão frente à fratura de um instrumento deve considerar não apenas a possibilidade de remoção, mas também o prognóstico do tratamento após a intercorrência. Em situações em que o fragmento não impede a adequada desinfecção do canal e não há presença de lesão periapical significativa, a manutenção do instrumento pode apresentar prognóstico satisfatório. Dessa forma, a escolha terapêutica deve sempre priorizar a preservação da estrutura dentária, a segurança do procedimento e a manutenção da função do elemento dental a longo prazo.

Assim, observa-se que a literatura converge para uma abordagem individualizada, na qual a remoção é desejável, porém não obrigatória, sendo o sucesso dependente da correta avaliação clínica, da habilidade do operador e dos recursos disponíveis.

5. CONCLUSÃO

A fratura de instrumentos endodônticos representa uma das principais intercorrências durante o tratamento endodôntico, sendo um evento multifatorial diretamente relacionado à anatomia radicular, às propriedades mecânicas dos instrumentos, ao desgaste causado pelo uso clínico e à técnica operatória empregada pelo cirurgião-dentista. Canais curvos, estreitos e com anatomia complexa aumentam significativamente o risco de falha dos instrumentos, principalmente daqueles confeccionados em ligas de níquel-titânio submetidas a repetidas tensões de torção e fadiga cíclica.

Os avanços tecnológicos na endodontia moderna contribuíram significativamente para a prevenção, diagnóstico e manejo dessas intercorrências. Recursos como microscopia operatória, tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), sistemas ultrassônicos e técnicas guiadas tornaram os procedimentos mais seguros, conservadores e previsíveis, permitindo melhor localização dos fragmentos e maior preservação da estrutura dentária durante as tentativas de remoção.

Entretanto, apesar das elevadas taxas de sucesso relatadas na literatura para remoção de instrumentos fraturados, especialmente em regiões coronárias e médias do canal, deve-se considerar que procedimentos invasivos podem ocasionar desgaste excessivo de dentina, enfraquecimento radicular e aumento do risco de fraturas verticais, principalmente em casos localizados no terço apical. Dessa forma, a remoção do fragmento não deve ser considerada uma conduta obrigatória em todos os casos.

Portanto, conclui-se que o manejo dos instrumentos endodônticos fraturados deve ser realizado de forma individualizada, considerando a localização do fragmento, presença de lesão periapical, anatomia do canal, recursos disponíveis e experiência do operador. A tomada de decisão baseada em evidências científicas e em princípios conservadores é essencial para preservar a estrutura dentária, minimizar complicações e garantir maior previsibilidade e sucesso do tratamento endodôntico.

Referencias

- Bordone A, Ciaschetti M, Perez C, Couvrechel C. Guided Endodontics in the Management of Intracanal Separated Instruments: A Case Report. *J Contemp Dent Pract*. 2022 Aug 1;23(8):853-856.
- Bürklein S, Maßmann P, Schäfer E, Donnermeyer D. Cyclic Fatigue of Different Reciprocating Endodontic Instruments Using Matching Artificial Root Canals at Body Temperature In Vitro. *Materials (Basel)*. 2024 Feb 8;17(4):827.
- Correia-Sousa, J. et al. Prevalência da fratura dos instrumentos endodônticos por alunos de pré- graduação: estudo clínico retrospectivo de 4 anos. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, v. 54, n. 3, p. 150-155, 2013.
- Dablanca-Blanco AB, Castelo-Baz P, Miguéns-Vila R, Álvarez-Novoa P, Martín-Biedma B. Endodontic Rotary Files, What Should an Endodontist Know? *Medicina (Kaunas)*. 2022 May 27;58(6):719.
- Dulundu M, Helvacioğlu-Yigit D. The Efficiency of the BTR-Pen System in Removing Different Types of Broken Instruments from Root Canals and Its Effect on the Fracture Resistance of Roots. *Materials (Basel)*. 2022 Aug 24;15(17):5816.
- Franco, Emanuela de Carvalho. Avaliação da influência do hipoclorito de sódio na qualidade da superfície e resistência à corrosão de limas de NiTi de diferentes procedências [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2013 [citado 2026-03-28].
- Fu M, Zhao S, Zhou X, Hou B, Zhang C. Removal of a fractured file beyond the apical foramen using robot-assisted endodontic microsurgery: a clinical report. *BMC Oral Health*. 2025 Jan 2;25(1):8.
- Furlan RD, Alcalde MP, Duarte MAH, Bramante CM, Piasecki L, Vivan RR. Cyclic and Torsional Fatigue Resistance of Seven Rotary Systems. *Iran Endod J*. 2021;16(2):78-84.
- Hashemi N, Aminsobhani M, Kharazifard MJ, Hamidzadeh F, Sarraf P. Comparison of the pull-out force of different microtube-based methods in fractured endodontic instrument removal: An in-vitro study. *BMC Oral Health*. 2025 Jan 2;25(1):1.
- Kaul R, Gupta R, Chhabra S, Koul R. Dental Operating Microscope-guided Retrieval of Broken Instrument from a Deciduous Molar Using Ultrasonics. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2022;15(Suppl 1):S114-S118.
- Kalogeropoulos K, Xiropotamou A, Koletsi D, Tzanetakis GN. The Effect of Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) Evaluation on Treatment Planning after Endodontic Instrument Fracture. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Mar 30;19(7):4088.

Lateef AA, Hameed MR, Fadhil NH, Ali AH. Assessment of the by-pass of obturation materials beyond fractured instruments after using different obturation techniques in simulated curved canals (An in-vitro study). PLoS One. 2025 Jan 24;20(1):e0318095.

Lopes, H.P. et al. Location of the canal curvature and its influence on the resistance to the fatigue fracture of two rotary nickel-titanium endodontic instruments. Endodontic Practice Today, v. 7, n. 1, p. 53-58, 2013.

Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PM. Management of intracanal separated instruments. J Endod. 2013 May;39(5):569-81.

Madarati AA, Qualtrough AJ, Watts DC. Vertical fracture resistance of roots after ultrasonic removal of fractured instruments. Int Endod J. 2010 May;43(5):424-9.

McGuigan MB, Louca C, Duncan HF. Clinical decision-making after endodontic instrument fracture. Br Dent J. 2013 Apr;214(8):395-400.

Navarro, J.F.B. et al. Tratamento de canais com instrumentos fraturados: relato de casos. Rev. UNINGÁ Review, v. 14, n. 1, p. 79-84, 2013.

Nevares G, Cunha RS, Zuolo ML, Bueno CE. Success rates for removing or bypassing fractured instruments: a prospective clinical study. J Endod. 2012 Apr;38(4):442-4.

Olczak K, Grabarczyk J, Szymański W. Removing Fractured Endodontic Files with a Tube Technique-The Strength of the Glued Joint: Tube-Endodontic File Setup. Materials (Basel). 2023 May 31;16(11):4100.

Pedir SS, Mahran AH, Beshr K, Baroudi K. Evaluation of the Factors and Treatment Options of Separated Endodontic Files Among Dentists and Undergraduate Students in Riyadh Area. J Clin Diagn Res. 2016 Mar;10(3): ZC18-23.

Radeva, Elka. (2017). Bypassing a Broken Instruments (Clinical Cases). International Journal of Science and Research (IJSR). 391. 10.21275/ART2017644.

Ribeiro Camargo CH, Bittencourt TS, Hasna AA, Palo RM, Talge Carvalho CA, Valera MC. Cyclic fatigue, torsional failure, and flexural resistance of rotary and reciprocating instruments. J Conserv Dent. 2020 Jul-Aug;23(4): 364-369.

ROSSI, R.R. et al. Cirurgia Parendodôntica para remoção de instrumento fraturado: relato de caso. Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research, v. 5, n.1, p. 51-54, 2014.

Suter B, Lussi A, Sequeira P. Probability of removing fractured instruments from root canals. Int Endod J. 2005 Feb;38(2):112-23.

Terauchi Y, Sexton C, Bakland LK, Bogen G. Factors Affecting the Removal Time of Separated Instruments. J Endod. 2021 Aug;47(8):1245-1252.