

**FACULDADE SETE LAGOAS**

**MARÍLIA PEREIRA FREIRE**

**TÉCNICAS DE REMOÇÃO DE LIMAS FRATURADAS:  
REVISÃO DE LITERATURA**

**OSASCO**

**2018**

**MARÍLIA PEREIRA FREIRE**

**TÉCNICAS DE REMOÇÃO DE LIMAS FRATURADAS:  
REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização da Faculdade Sete Lagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Endodontia.

Área de concentração: Endodontia

Orientador: Ms. Sandra Soares Kühne  
Busquim

**OSASCO  
2018**

FREIRE, MARÍLIA PEREIRA  
Técnicas de Remoção de Limas Fraturadas:  
Revisão de Literatura- 2018.  
30 f.

Orientador: Prof<sup>a</sup> Ms. Sandra Soares Kühne  
Busquim  
Monografia (especialização) – Faculdade Sete  
Lagoas, 2018.

1. Limas fraturadas 2. Técnicas de remoção  
I.Título. II. Sandra Soares Kühne Busquim

FACULDADE DE SETE LAGOAS

Monografia Intitulada “**Técnicas de Remoção de Limas Fraturadas: Revisão de Literatura**” de autoria da aluna Marília Pereira Freire, aprovado pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

---

Profa. Ms. Sandra Soares Kühne Busquim – ABO Regional Osasco - Orientador

---

Profa. Ms. Alessandra Gambini – ABO Regional Osasco – Examinador

---

Prof. Dr. Marcelo dos Santos – ABO Regional Osasco - Examinador

Osasco, 06 de abril de 2018.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por estar sempre ao meu lado, guiando meus passos e iluminando meus pensamentos para sempre fazer o melhor e nunca desistir.

Aos meus pais, pelo amor e apoio constante, sempre acreditando em mim e me mostrando que pessoas grandes são aquelas que lutam por seus ideais.

À minha professora e orientadora Sandra Kühne pelo apoio, e inspiração no amadurecimento dos meus conhecimentos e conceitos que me levaram a execução e conclusão desta monografia.

Aos meus professores, pelo carinho, dedicação e ensinamentos.

As minhas amigas e colegas dessa turma de especialização, pelo carinho, incentivo e pelo apoio constante.

Aos meus amigos, que compartilharam comigo esses momentos de aprendizado.

## RESUMO

O instrumento fraturado dentro do sistema de canais radiculares pode dificultar o acesso ao ápice, a desinfecção químico-mecânica, a modelagem e a vedação por completo do mesmo, portanto, pode influenciar o prognóstico e resultado da terapia endodôntica. Esta revisão de literatura tem como objetivo mostrar diferentes técnicas e dispositivos de remoção de materiais fraturados dentro do canal radicular, com vista a avaliação e tomada de decisão do cirurgião dentista, considerando se a remoção do instrumento será a melhor opção de tratamento e então escolher o método mais seguro e que preserve mais a estrutura dental para ser utilizada. Foram levantados trabalhos científicos do período de 2003 até os dias atuais referentes a: a) diferentes técnicas e dispositivos de remoção de materiais fraturados; b) fatores de influência e complicações; c) taxas de sucessos das técnicas; d) impacto da fratura no prognóstico; e) avaliação e tomada de decisão do cirurgião dentista e f) diferença de resultados entre os casos de instrumentos fraturados removidos e os retidos no canal radicular. Concluiu-se que embora os avanços técnicos tenham melhorado, a capacidade dos clínicos em remover os instrumentos endodônticos fraturados ainda é deficitária, não havendo uma técnica padronizada absoluta para remoção bem-sucedida de fragmento.

**Palavras-chave:** Fratura de instrumento. Limas fraturadas. Técnicas de remoção.

## **ABSTRACT**

The fractured instrument within the root canal system can hinder access to the apex, chemical-mechanical disinfection, modeling and sealing altogether, so it can influence the prognosis and result of endodontic therapy. This literature review aims to show different techniques and removal devices of fractured materials within the root canal, with a view to evaluating and making the dentist's decision, considering whether the removal of the instrument will be the Best treatment option and then choose the safest method and that preserves the dental structure to be used. Scientific work was raised from the period 2003 to the present day concerning: a) different techniques and removal devices of fractured materials; B. Factors of influence and complications; C. Success rates of techniques; d) Impact of the fracture on the prognosis; e) Evaluation and decision making of the dentist surgeon and F) difference of results between cases of fractured instruments removed and those retained in the root canal. It was concluded that although technical advances have improved, the ability of clinicians to remove fractured endodontic instruments is still deficient, and there is no absolute standard technique for successful fragment removal.

**Keywords:** Fractured files. Instrument fracture. Removal techniques.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - .....	11
Figura 2.2 - .....	11
Figura 2.3 - .....	18
Figura 2.4 - .....	20

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	07
2. PROPOSIÇÃO.....	09
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	10
4. DISCUSSÃO.....	21
5. CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS.....	29

## 1- INTRODUÇÃO

A preparação do canal radicular é uma etapa essencial no tratamento endodôntico, que tem como objetivo a limpeza e modelagem por completo do sistema de canais radiculares. A introdução dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio (NiTi) melhoraram a eficácia deste processo em comparação à utilização das limas manuais de aço inoxidável, bem como melhorou a taxa de sucesso do tratamento.

As limas rotatórias de NiTi sinalizaram uma nova era de eficiência, técnica de limpeza e modelagem, apresentando novo desenho da lâmina, maior capacidade de corte, maior elasticidade, garantindo melhor manutenção do formato original do canal, reduzindo a tendência de desvio.

No entanto, alguns pesquisadores relatam uma ampla taxa de prevalência de fratura para os instrumentos rotatórios de 0,9% a 5,1%. Sendo observado, que os instrumentos rotatórios de NiTi (níquel-titânio) têm maior risco à fratura do que as tradicionais limas manuais de aço inoxidável (SS). Além do mais, foi comprovado que ao comparar com instrumentos SS, as limas de NiTi têm propensão para fraturas sem aviso prévio. Pesquisas consideráveis foram dedicadas a fratura de instrumentos de NiTi, analisando a incidência de fratura, modo de fratura e possíveis fatores que contribuem para fratura, incluindo: desenho do instrumento; experiência do operador; rotação e velocidade; repetições de uso; processo de fabricação; técnicas de instrumentação; número de usos; efeitos da esterilização e influência da morfologia do canal.

O instrumento fraturado pode dificultar o acesso ao ápice, a desinfecção químico-mecânica, a modelagem e a vedação por completo do sistema de canais radiculares. Portanto, pode influenciar o prognóstico e o resultado da terapia endodôntica.

O prognóstico de cada caso também vai depender da situação em que a separação ocorreu durante o tratamento. Por exemplo, presença ou ausência de

doença periodontal, tipo de dente, localização, comprimento, curvatura do canal radicular e tempo de fratura.

Quando ocorre a fratura do instrumento endodôntico, o cirurgião deve estar preparado para administrar a situação tanto clínica quanto médico legalmente. A decisão clínica deve basear-se nas taxas de sucesso do tratamento, possíveis complicações que podem ser geradas, riscos potenciais de remoção ou retenção do instrumento.

Contudo, se a remoção do instrumento for elegida como a melhor alternativa para obter sucesso no tratamento, esta deverá ser muito bem planejada e estudada com base em cada método existente.

Portanto, este trabalho irá mostrar através de uma revisão literária do período de 2003 até os dias atuais diferentes técnicas e dispositivos de remoção de materiais fraturados dentro do sistema de canais radiculares, com vista a avaliação e tomada de decisão do cirurgião dentista, considerando se a remoção do instrumento será a melhor opção de tratamento e qual técnica eleger, com o objetivo assim de ter uma maior probabilidade de sucesso nos casos.

## **2- PROPOSIÇÃO**

O propósito deste estudo, através de uma revisão de literatura, foi mostrar diferentes técnicas de remoção de limas endodônticas fraturadas dentro do canal radicular, com o intuito de auxiliar o cirurgião dentista a escolher um método mais seguro, que preserve mais a estrutura dental e com maior probabilidade de obter sucesso no tratamento.

### 3- REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão de literatura sobre técnicas de remoção de lima fraturada irá abordar os trabalhos científicos mais relevantes do período de 2003 até os dias atuais, referentes à: a) diferentes técnicas e dispositivos de remoção de materiais fraturados; b) fatores de influência e complicações; c) taxas de sucessos das técnicas; d) impacto da fratura no prognóstico; e) avaliação e tomada de decisão do cirurgião dentista e f) diferença de resultados entre os casos de instrumentos fraturados removidos e os retidos no canal radicular.

O trabalho de Ruddle (2003) descreve detalhadamente a técnica que ele desenvolveu. A técnica se baseia em ter visão direta sobre o instrumento quebrado, preparando a cavidade de acesso com Gates Glidden, para permitir assim a visualização do instrumento com microscópio de operação. Em sequência a introdução de pontas de ultrassom para expor 2-3 mm do fragmento. E por fim, utiliza-se um microtubo, que é selecionado de acordo com a amplitude do canal. O microtubo é inserido no canal com a parte longa da extremidade chanfrada orientada para a parede exterior do canal para "capturar" a cabeça do instrumento quebrado. A obstrução é engajada girando suavemente o punho da ponta do parafuso no sentido anti-horário e assim puxado para fora do canal.

Rahimi e Parashos (2009) usaram uma nova técnica para a remoção de instrumentos fraturados no terço apical de canais radiculares curvos. Eles tiveram como objetivo fazer uma abordagem conservadora para a remoção de uma lima rotatória RaCe 25, 0.02 fraturado na região apical com a raiz severamente curva do canal disto-vestibular de um molar inferior. Embora o instrumento estivesse ligeiramente solto dentro do canal, várias tentativas de remoção com limas manuais e irrigação abundante com 1% de hipoclorito de sódio não tiveram sucesso. O canal disto-lingual foi preparado para um tamanho apical de conicidade 35, 0.04 e os canais mesiais com conicidade 40, 0.04. Na sequência disso, mergulharam-se no clorofórmio aproximadamente 2-3 mm de cone de guta-percha de conicidade 40/04 por cerca de 30 segundos. A guta-percha amaciada foi então inserida no canal disto-vestibular e deixou-se endurecer por aproximadamente 3 minutos. O ponto de guta-

percha e o instrumento fraturado foram então removidos com sucesso, com uma cuidadosa e delicada tração no sentido horário e anti-horário ação (Figuras 2.1 e 2.2).

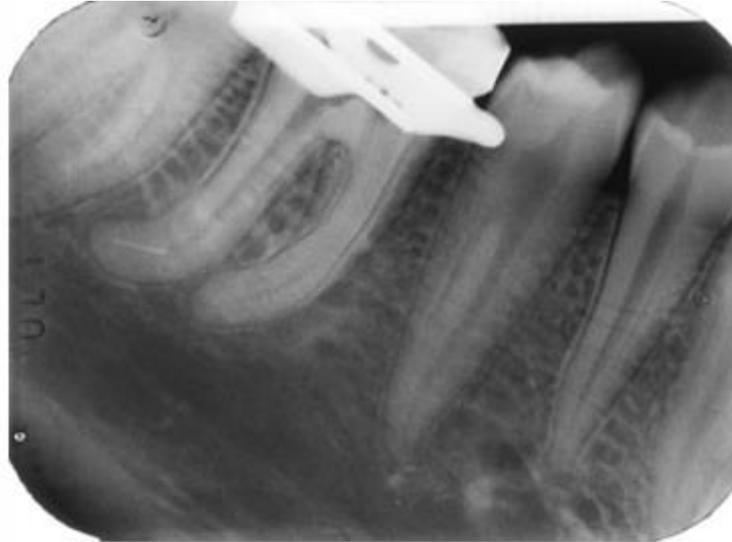


Figura 2.1 - Radiografia mostrando uma fragmento 25/0.02 de lima rotatória RaCe fraturada no canal disto-vestibular



Figura 2.2 - (a) Mostra a lima rotatória RaCe 25/0.02 fraturada. O exame microscópico da ponta do fragmento revelou uma ruptura acentuada sem qualquer defeito de acompanhamento que indique uma fratura de flexural. (b) Mostra a textura amolecida com clorofórmio de um cone de guta-percha 40/0.04 com instrumento fraturado em anexo na ponta apical. (c) O comprimento da ponta da lima rotatória 25/0.02 RaCe fraturada foi de aproximadamente 3 mm

Cujé, Bargholz e Hülsmann (2010) tiveram como objetivo em seu trabalho determinar a taxa de sucesso de uma técnica micro-endodôntica para remoção de instrumentos fraturados em canais radiculares. A remoção foi tentada em um total de 170 casos consecutivos de referência com instrumentos fraturados. Todas as tentativas de remoção foram realizadas usando um microscópio operacional e pontas ultrassônicas usando uma técnica descrita por Ruddle (2003). Dos 170 instrumentos fraturados, 162 puderam ser removidos sem perfuração do canal radicular, correspondendo a uma taxa de sucesso de 95%. Com uma taxa de falha de 5%, oito instrumentos não puderam ser removidos, com a perfuração da parede radicular ocorrendo em um caso. Todas as falhas de remoção ocorreram nos casos em que os instrumentos fraturados estavam localizados apicalmente ou na parte média e apical da raiz. Quanto ao ângulo da curvatura do canal radicular, as taxas de sucesso mais baixas foram encontradas entre 21° e 50°. A posição do instrumento dentro do canal radicular, o ângulo da curvatura do canal radicular e a localização do instrumento fraturado em relação à curvatura do canal radicular foram os fatores decisivos que tiveram uma influência negativa no resultado do tratamento. O método testado representa uma técnica altamente eficaz para remoção de instrumentos fraturados.

Panitvisai et al. (2010) elaboraram uma revisão sistemática e de meta-análise visando determinar a diferença de resultados entre os casos de instrumentos fraturados retidos e os casos tratados convencionais combinados. Uma análise em 2 estágios foi realizada. O primeiro foi limitado aos estudos caso-controle e o segundo incluiu uma série de casos em que os dados estavam disponíveis para dentes com e sem lesões perirradiculares. Dois estudos caso-controle foram identificados e incluídos, abrangendo 199 casos. A cura média ponderada para dentes com um fragmento de instrumento retido foi de 91%. Os 2 estudos foram homogêneos. A diferença de risco dos dados combinados foi de 0,01, indicando que um fragmento retido não influenciou significativamente a cicatrização. Em geral, 80,7% das lesões curadas quando uma lesão periapical estava presente, em comparação com 92,4% restantes saudáveis quando nenhuma lesão estava presente inicialmente ( $P < 0,2$ ). Com base nas melhores evidências disponíveis, o prognóstico para o tratamento endodôntico quando um fragmento de instrumento fraturado é deixado dentro do canal radicular não é significativamente reduzido.

Mei Fu, Zhang e Hou (2011) avaliaram o resultado clínico após a remoção de um instrumento fraturado no canal radicular através do uso de técnicas ultrassônicas e avaliaram também diversos fatores que podem influenciar o prognóstico. A amostra foi composta por 102 pacientes com lima fraturada no canal radicular, tratados entre 2004 e 2008, foram contatados para o exame de acompanhamento 12-68 meses após o tratamento (mediana, 28 meses). O resultado foi avaliado com base em exame clínico e radiográfico por examinadores calibrados e categorizados como curado ou doença. O resultado foi analisado estatisticamente pelo teste exato de Pearson ou Fisher e regressão logística multivariada. De 66 dentes examinados (64,7% de *recall*), 81,8% foram curados. A análise de regressão logística “*Stepwise*” revelou que o preenchimento inadequado do canal radicular era um fator estatisticamente significativo na predição de falha na cicatrização bem-sucedida. Os casos com remoção dos fragmentos apresentaram maior taxa de cicatrização do que aqueles com os fragmentos deixados no canal radicular, mas a diferença não foi estatisticamente significativa ( $P > .05$ ). Não houve diferença significativa no resultado relacionado à presença ou ausência de perfuração, embora a taxa de cicatrização tenha maior predição nos dentes sem perfuração. Outros fatores, incluindo idade, sexo, tipo de dente, status, posição e tipo de restauração não afetaram o prognóstico. O resultado do tratamento após o uso de ultrassom para a remoção de instrumentos quebrados foi favorável. O preenchimento adequado da raiz tem um impacto mais substancial no resultado do tratamento do que os outros fatores.

Amaral e Gomes (2012) falaram sobre o desafio encontrado na endodontia no que se refere a remoção do cone de prata obturador durante o retratamento dos canais, uma vez que a utilização desses cones pode ocasionar a falha do tratamento. Um grande número de abordagens tem sido descrito para a remoção dos fragmentos de prata. No entanto elas podem resultar em perda do elemento dentário. Então foi realizado um estudo utilizando uma solução que iria dissolver limas manuais de aço inoxidável e cones de prata, recuperando o trajeto original do canal sem danos às estruturas dentárias. Essas soluções são [ NaF 12 g/L + NaCL 175,5 g/l ], com valor de  $ph=5,0$  e [ NaF 5g/l + NaCL 1 g/l ] e [ NaF 12g/l + NaCL 1gl ] considerando que o aumento da concentração de íons cloreto possibilitaria a dissolução. Assim concluíram que foi possível dissolver o fragmento de lima de aço

inoxidável em solução de [ NaF 12g/l + NaCL175,5g/l ], e que não foi possível até o presente momento definir uma solução que fosse capaz de dissolver a prata.

Nevarés et al. (2012) avaliaram as taxas de sucesso de técnicas padronizadas para remover ou ignorar instrumentos fraturados dos canais radiculares e determinar se a visualização do instrumento fraturado com o auxílio de um microcircuito operacional tem algum impacto nas taxas de sucesso. Foram feitas tentativas para visualizar 112 instrumentos fraturados sob um microscópio cirúrgico dentário após a criação de um acesso direto ao fragmento. Ao usar pontas ultrassônicas sozinhas ou associadas ao *bypass*, a técnica Ruddle (2003) foi tentada para remover os 68 instrumentos visíveis. O *bypass* foi realizado para os 44 fragmentos não visíveis. A taxa de sucesso global (remoção e desvio) foi de 70,5% (n 79). No grupo de fragmentos visíveis, a taxa de sucesso foi de 85,3% (n 58), e nas taxas de sucesso foram significativamente maiores quando o fragmento era visível ( $p=0.0009$ ). As técnicas padronizadas utilizadas neste estudo para remover ou ignorar instrumentos fraturados foram efetivas, e aproximadamente 2 vezes maior a taxa de sucesso foi obtida quando o fragmento era visível dentro do canal comparado com quando não era visível.

Madarati, Hunter e Dummer (2013) desenvolveram uma revisão narrativa sobre instrumentos separados que teve como propósito: (1) revisar a literatura sobre opções de tratamento, fatores de influência e complicações e (2) sugerir um processo de tomada de decisão para sua gestão. Notaram ao longo do trabalho a falta de evidência de alto nível sobre o gerenciamento de instrumentos separados. O gerenciamento conservador convencional inclui a remoção ou a ignorar o fragmento ou o preenchimento do sistema de canal radicular ao nível coronal do fragmento. A intervenção cirúrgica permanece como uma abordagem nativa. Essas abordagens são infladas por uma série de fatores e podem estar associadas a complicações. Com base nas evidências clínicas atuais, é sugerido um processo de tomada de decisão para o gerenciamento. As diretrizes para o gerenciamento de instrumentos separados intracanal não foram formuladas. As decisões sobre a gestão devem considerar o seguinte (1) a limitação do canal radicular; (2) o estágio da preparação do canal radicular em que o instrumento fraturou; (3) a experiência do clínico; (4) instrumentos disponíveis; (5) as possíveis complicações da abordagem de

tratamento adotadas e (6) a importância estratégica do dente envolvido e a presença ou ausência de patologia periapical. A experiência clínica e a compreensão desses fatores de influência, bem como a capacidade de tomar uma decisão equilibrada são essenciais.

McGuigan, Louca e Duncan (2013b) fizeram uma análise na literatura avaliando o impacto da fratura do instrumento endodôntico, com foco em sua influência no prognóstico endodôntico e no resultado do tratamento. Dentro dos limites dos poucos casos na literatura, parece que os instrumentos fraturados retidos não interferem no prognóstico endodôntico de dentes que a periodontite apical estiver ausente, no entanto, se a doença estiver presente, a cicatrização é significativamente reduzida. Assim sendo, o estágio em que um instrumento fraturar nos casos infectados parece ser significativo, uma vez que a desinfecção do canal será comprometida. Considerando os riscos associados à remoção de instrumentos, talvez isso só seja tentado se a doença apical estiver presente. Embora seja aceito se a natureza da fratura de lima impedir a integração em prospecção a ensaios randomizada, portanto, os autores verificaram uma necessidade de estudos de resultados de longo prazo bem projetados que investiguem a influência de limas fraturadas.

Shahabinejad et al. (2013) fizeram um estudo com o objetivo de determinar a taxa de sucesso da técnica ultrassônica na remoção de fragmentos de limas e para avaliar sua influência na força necessária para fraturar a raiz. O estudo foi realizado em 70 pré-molares superiores extraídos, onde foi guiado uma fratura de lima Hero 30/0.04. As limas foram removidas por vibrações ultrassônicas, com auxílio de um microscópio eletrônico. A técnica ultrassônica teve uma taxa de sucesso de 80% na remoção de limas fraturadas. Taxa de sucesso nas raízes com fratura de limas antes da curva foi 11,5 vezes maior do que a fratura de lima além da curva. Posteriormente, os canais foram instrumentados com limas Hero e então obturados. Todos os dentes estavam preparados para o teste mecânico na máquina Testometric, para medir a força necessária para fraturar a raiz. De acordo com o resultado dos testes mecânicos, a aplicação ultrassônica não afetou significativamente a força necessária para fratura da raiz. A força necessária para fraturar uma raiz não teve diferença estatística em relação ao local que a lima

fraturou. Fratura vertical na direção vestibulo-lingual (dente dividido) foi o padrão de fratura incidente.

Andrabi et al. (2013) descreveram sobre a remoção de uma obstrução metálica do canal radicular de um pré-molar usando a técnica de Masserann para facilitar o retratamento endodôntico. A técnica de Masserann tem uma aplicação limitada em dentes posteriores. No entanto, neste caso, a obstrução foi removida com sucesso empregando a técnica de Masserann que consistiu em usar um trephan para cortar a dentina e tubo extractor para remoção da lima. A obstrução que foi removida foi um fragmento de lima Hedstroem. O retratamento endodôntico foi completado após a detecção de um canal extra no mesmo dente.

Terauchi et al. (2013) determinaram técnicas de preparação segura para a remoção separada de limas usando ultrassom. Os fragmentos de cinquenta limas de níquel titânio foram divididos em grupos. Uma ponta ultrassônica foi ativada em um fragmento de lima posicionado entre os blocos de dentina simulando várias condições do canal: o grupo 1 constituiu no fragmento que se espalhava de um par de blocos de dentina reta. Para o grupo 2, o fragmento também foi posicionado entre 2 blocos dentinários retos, exceto que um bloco foi posicionado 1 mm mais apicalmente do que o outro bloco, simulando área perturbada que geralmente é criada durante as tentativas de remoção de limas. Para os grupos 3-5, o fragmento foi posicionado de forma semelhante ao grupo 2, mas entre blocos com curvaturas de 30 °, 45 e 60 °, respectivamente. O tempo que levou a ocorrência de fratura secundária foi registrado e os dados foram analisados estatisticamente. Os fragmentos com parede de dentina que suporta no lado oposto do local de ativação ultrassônica resistiram a fratura significativamente mais longa do que as que os que não os possuem. Os fragmentos em blocos curvos de 30 ° e 45 levaram significativamente mais a fratura do que os outros grupos (diferença menos significativa de Fisher protegida,  $P < 0,05$ ). A fratura secundária de limas separados pareceu ser reduzida quando a ponta ultrassônica foi aplicada à curvatura interna do canal.

Shiyakov e Vasileva (2014) fizeram um estudo onde compararam a eficácia de oito pontas endodônticas ultrassônicas ultrafinas na remoção de fragmentos de

aço inoxidável na curvatura dos canais radiculares simulados. Cada um dos instrumentos - K-files 25 (EMS), ET25 (Satelec), Redo2 (VDW), RT3 (EMS), CPR8 (Obtura Spartan), Proultra8 (Maillefer), E7 (NSK) e ENDO E3 (W & H) foi usado para remover 10 fragmentos de aço inoxidável da curvatura de canais simulados sob ampliação com um microscópio dental. As taxas de sucesso foram as seguintes: limas K - 80%, ET25 - 90%, Redo 2 - 80%, CPR8 - 70%, Proultra8 - 80%, RT3 - 70%, Endo E3 - 60%, E7 - 50 %. Tempo de trabalho: limas K - 8,44 min, ET25 - 9,28 min, Redo 2 - 9,53, CPR8 - 11,01 min, Proultra8 - 10,31 min, RT3 - 11,57 min, Endo E3 - 15,34 min, E7 - 21,45 min. Endo E3 e E7 mostraram um tempo de trabalho significativamente mais longo, as diferenças entre as outras pontas não foram significativas. Os valores médios dos diâmetros do canal foram: Lima K - 1,11 mm, ET25 - 1,29 mm, Redo 2 - 1,31 mm, CPR8 - 1,54 mm, Proultra8 - 1,51 mm, RT3 - 1,61 mm Endo E3 - 1,68 mm e E7 - 1,72 mm. As diferenças no aumento do canal entre CPR8, Proultra8, RT3, Endo E3 e E7 não foram estatisticamente significantes. Os autores concluíram que as pontas de ultrassom endodônticas com diâmetros menores e pontas de trabalho afiadas trabalharam mais rapidamente e melhoraram o canal radicular.

Yang et al. (2015) investigaram as diferenças na espessura mínima estimada de dentina (RDT) entre radiografias periapicais usando a técnica de paralelismo e paralaxe, após remoção simulada de instrumento fraturado do canal mésio-vestibular (MV) do primeiro molar superior no modelo de simulação virtual. A medição 3D foi tomada como padrão para comparação. Trinta e seis primeiros molares superiores foram examinados por micro-CT e reconstruídos como modelos tridimensionais (3D). Um fragmento virtual de um instrumento foi criado dentro do canal MV no software. A remoção do instrumento quebrado foi simulada no conjunto de dados 3D e 2D. Então, os modelos de todos os espécimes foram submetidos a 2D e medidas em 3D para o valor mais baixo (RDT) em cada um. Diferenças nos valores entre o paralelismo e técnica de radiografia de paralaxe e o valor 3D-RDT foram analisados com análise de variância de dois sentidos. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) foi utilizado para avaliar a consistência das medidas RDT entre as duas radiografias periapicais e técnicas de análise 3D. Houve diferença significativa entre o valor RDT obtido a partir da técnica de paralelismo e 3D-RDT. Não houve diferenças entre o RDT obtido a partir da técnica de paralaxe

(angular) e 3D-RDT. O ICC do RDT dos valores entre a técnica de paralelização e a medição 3D foram inferiores a 0,75. ICC entre radiografias em ângulo e a técnica 3D foi próxima de 0,75. O ângulo horizontal ideal para a técnica de paralaxe foi de cerca de 21 °. Portanto, a técnica de simulação virtual pode fornecer informações valiosas sobre a análise benefício / risco antes da remoção de um instrumento fraturado. As radiografias paralelas superestimam a espessura da dentina real.

Cruz et al. (2015) mostraram o caso de um molar inferior com periodontite apical que recebeu tratamento endodôntico prévio, porém com um instrumento fraturado na raiz distal além do forame. O instrumento foi removido através da técnica da plataforma de estágio, usando o ultrassom e um microtubo (Figura 2.3) do sistema de remoção de instrumento (IRS) sob microscopia eletrônica. O IRS possui um diâmetro interno de 0,4 e 0,6 mm, este foi colocado de modo que a porção exposta do fragmento da lima permanecesse dentro da janela lateral do IRS. O eixo interno do IRS foi retirado, girando-o no sentido anti-horário para evitar o aparafusamento da lima. Então eles foram puxados para fora e removidos com o instrumento quebrado. Todos os canais foram reinstrumentados, irrigados com hipoclorito de sódio e irrigação ultrassônica passiva, remoção da camada de esfregaço e medicação intracanal com hidróxido de cálcio por 8 dias. Os sintomas desapareceram e o seguimento clínico e radiográfico de 2 anos mostra a cicatrização dos tecidos periapicais.

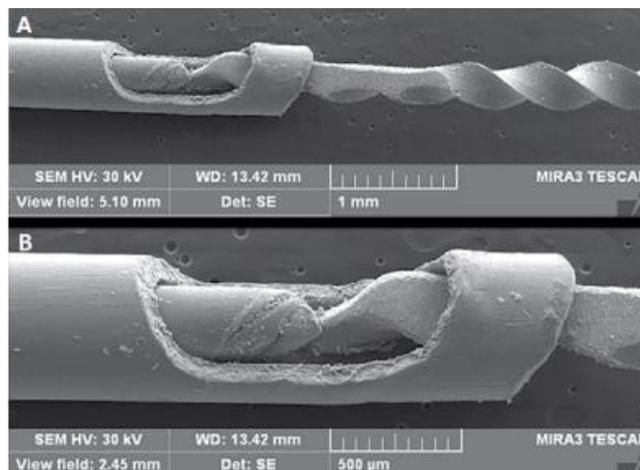


Figura 2.3 - (A) e (B): Imagens de microscópio eletrônico de varredura com a lima anexada ao IRS, 37x e 139x. O eixo interno da lima fraturada; parte de suas espirais é esculpida por ultrassom

Wohlgemuth et al. (2015) fizeram um estudo que avaliou a eficácia do Sistema GentleWave minimamente invasivo (Sonendo Inc, Laguna Hills, CA) na remoção de instrumentos endodônticos de aço inoxidável. O Sistema GentleWave foi projetado para oferecer um amplo espectro de ondas dentro do irrigante para efetivamente limpar o sistema do canal radicular. Fragmentos de instrumento tipo K # 10, # 15 e # 20 de 2,5 mm de comprimento foram separados na região apical (n = 18) ou terço médio (n = 18) dos molares. Os dentes foram divididos em 2 grupos, com base na curvatura da raiz ( $<30^\circ$  E  $> 30^\circ$ ). A taxa de sucesso da remoção do instrumento quando estes estavam localizados na região apical foi 61%, e para a região de terço médio foi de 83%. Canais menos curvos ( $<30^\circ$ ) mostraram uma taxa de sucesso de 91% (N = 24), enquanto que os canais com um ângulo de curvatura maior que  $30^\circ$  mostrou uma taxa de sucesso de 42% (N = 12). Os resultados revelaram que o sistema GentleWave é eficaz na recuperação de instrumentos separados enquanto conservando a estrutura dentinária.

Brito-Júnior et al. (2015) descreveram dois casos de remoção de fragmentos de instrumentos de terços apicais de canais radiculares utilizando um extrator personalizado e técnica da agulha modificada, respectivamente. No Caso 1, um extrator foi fabricado para remover fragmento de broca localizado no terço apical do canal radicular de um incisivo central superior. O uso deste extrator permitiu a remoção bem sucedida e conservadora do fragmento do instrumento. No Caso 2, uma agulha para anestesia modificada foi utilizada como um trépano para ganhar acesso ao redor de um fragmento de instrumento localizado na porção apical curva do canal méso-vestibular de um molar inferior. Um segmento de fio de aço foi inserido no lúmen da agulha para envolver o fragmento metálico, permitindo sua remoção com rotação no sentido anti-horário e simultâneo movimento de retração. Métodos alternativos e criativos são úteis para a remoção intra-canal de fragmentos metálicos durante o tratamento endodôntico.

Yang et al. (2016) avaliaram os efeitos sobre a dentina radicular de duas técnicas de trepanação usando uma ponta ultrassônica ou uma broca de trepanação (Figura 2.4 A) em canais mesiais de molares inferiores em dentes in vitro. Se caso o fragmento não pudesse ser removido pelo ultrassom ou pela broca de trepanação, um dispositivo de microtubo (Figura 2.4 B) era usado para anexar e retirar o

fragmento. A amostra foi composta de vinte canais em cada grupo: vinte e um dentes (42 canais), utilizando os canais méso-vestibulares e méso-linguais. O fragmento fraturado foi uma lima tipo K3 de tamanho 25/0.06, a uma distância de 5 mm do ápice do canal. Primeiramente fez-se o preparo cervical do canal utilizando broca Gates-Glidden modificada e seguiu-se pela utilização do ultrassom ou por uma nova técnica de broca de trepanação - esta possui um diâmetro externo de 0,9 mm e um diâmetro interno de 0,6 mm e foi operada com um motor endodôntico no sentido anti-horário (500 rpm). Ambas as técnicas visavam expor um comprimento de 1 a 1,5 mm do fragmento. A microtomografia computadorizada foi realizada antes e depois de retirar o instrumento quebrado. Volume do canal, diâmetro e espessura da dentina radicular foram medidos usando o software de análise de imagem. A nova técnica de broca de trepanação de tamanho pequeno foi superior ao uso de ultrassom em relação a quantidade de dentina removida e velocidade na remoção.

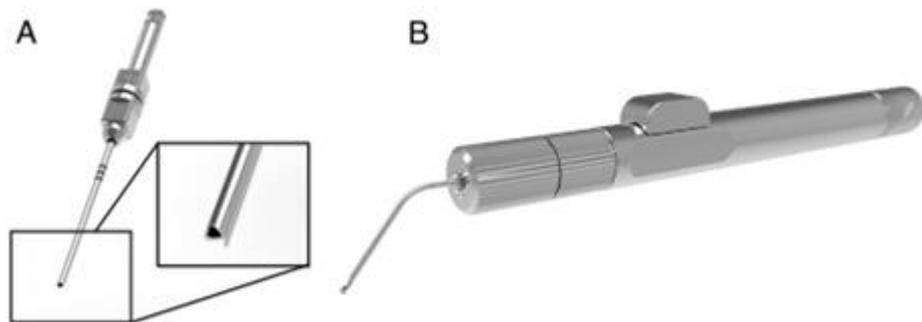


Figura 2.4 - (A) O sistema de micro-recuperação e reparação. A broca de trepanação: (B) o dispositivo microtubo

#### 4- DISCUSSÃO

A prevenção da fratura, além de dar forma eficaz e facilitar a desinfecção químico-mecânica, deve ser um dos objetivos principais da instrumentação do canal radicular. É de responsabilidade profissional operador, adquirir treinamento, competência e compreensão das técnicas e materiais atuais de instrumentação endodôntica. Entretanto, em alguns casos, mesmo tomando todas as cautelas e cuidados, algumas intercorrências não desejáveis podem vir a ocorrer. Uma delas é a fratura do instrumento utilizado durante o tratamento endodôntico. Algumas causas levadas em consideração para tais intercorrências é a complexidade e irregularidades da anatomia do canal radicular, canais curvos, atresia, com acessibilidade limitada para instrumentação e fadiga cíclica do instrumento entre outros.

Avaliar o impacto dos instrumentos endodônticos fraturados no prognóstico do tratamento, bem como compreender a maneira que ele influenciará o resultado do mesmo, orientará a tomada de decisões clínicas e facilitará a boa comunicação com o paciente, que é crítica médico-legalmente. Contudo, foi observado também por outros autores que há um número limitado de estudos recentes que investigam a influência da fratura do instrumento no resultado do tratamento e do retratamento endodôntico e também há poucas informações sobre o desempenho comparativo de técnicas para remoção de fragmentos dentro do canal radicular (McGuigan et al., 2013a; Yang et al., 2016).

O presente estudo teve como intuito orientar o cirurgião dentista a analisar e estudar cada caso individualmente, auxiliando na decisão a ser tomada, no que se refere ao processo de retenção ou remoção do fragmento, sempre com o desígnio de se obter uma maior probabilidade de sucesso no tratamento. Em vista disso, este trabalho exhibe diferentes técnicas que existem na literatura no processo de remoção de fragmentos fraturados dentro do canal radicular, levando em consideração facilidade de manuseio do operador, tempo, sucesso, menor desgaste e maior preservação da estrutura dental, para que assim, o processo não venha causar maiores complicações.

Existem algumas condições clínicas que a remoção do fragmento não é possível, e que a melhor opção seria a tentativa de ultrapassar o fragmento fraturado na instrumentação, devendo o fragmento ser contornado por uma fina lima manual de aço inoxidável tipo K, e assim terminar o tratamento até chegar ao comprimento de trabalho desejável. E em outros casos, trabalhar até onde existe a obstrução e preservar o caso será a melhor conduta a ser tomada. A decisão vai depender do bom senso do operador de reconhecer os limites e riscos que estará submetido. Uma das circunstâncias que se deve levar em conta é a região que a fratura ocorreu, como terço apical, ou depois de uma linha de curvatura, onde não é possível enxergar o instrumento mesmo com auxílio da microscopia, ou onde o risco de uma perfuração lateral ou fratura da raiz é considerável. O que também deve ser avaliado é o estágio que a fratura ocorreu, por exemplo, se o instrumento tiver sido fraturado no estágio final do tratamento, onde o preparo químico-mecânico já tenha sido realizado, e as paredes já estavam limpas e descontaminadas. Talvez nesses casos, seja mais prudente somente a preservação ao invés de sujeitar a riscos e desgastes maiores na parede do canal onde possivelmente a retenção do material não venha influenciar no prognóstico.

Machtou e Reit (2003) salientam que a remoção dos instrumentos separados seria a melhor opção de tratamento. Embora os avanços técnicos tenham melhorado a capacidade dos clínicos de remover os instrumentos endodônticos fraturados, esta remoção nem sempre pode ser possível ou desejável.

Mei Fu, Zhang e Hou (2011) em seu estudo, concluíram que a taxa de cura da infecção intrarradicular após o tratamento do canal radicular, não foi afetada pelo procedimento de remoção de limas com técnica ultrassônica. E que a única variável que afetou o resultado do tratamento endodôntico foi a qualidade do preenchimento do canal radicular e selamento apical. Os casos com bom preenchimento do canal, tratados ao nível do fragmento fraturado, apresentaram bom prognóstico clínico devido ao controle da infecção radicular e ao bom selamento apical. Portanto, nota-se pelo estudo desses autores que a infecção intrarradicular não vai ser afetada pelo fragmento fraturado ser removido ou não, contanto que se consiga ter um bom preenchimento do canal radicular e um selamento apical de qualidade.

Os métodos não cirúrgicos para fratura de lima consistem de três estratégias. As primeiras duas estratégias lidam com a manutenção do fragmento fraturado no canal. Na primeira, a parte acessível do canal é preparada e obturada. A segunda estratégia é ignorar o fragmento fraturado e o instrumento das regiões apicais. Ao contrário dessas duas abordagens, a terceira estratégia sugere que a lima fraturada deva ser removida do canal. O impacto no prognóstico nos casos em que há instrumento fraturado tem sido investigado por alguns estudos. Existem relatos de 0% a 19% de maior taxa de falha em comparação com grupos de controle sem instrumentos fraturados. Portanto, a tendência crescente para a remoção de fragmentos fraturados e levou à concepção de estudos sobre vários aspectos desta abordagem. Apesar da maior demanda por remoção de instrumentos fraturados, não há procedimento padronizado para remoção bem-sucedida de fragmentos até agora (Shahabinejad et al., 2013).

Ao considerar a remoção do instrumento quebrado, o cirurgião-dentista precisa avaliar o risco e considerar as possíveis complicações. Entre elas, a perda excessiva de dentina pode aumentar o risco de perfuração lateral ou fratura da raiz. A espessura da dentina remanescente (RDT) é provavelmente o fator mais importante que afeta a decisão de remover o fragmento, pois isso contribui para a resistência contra a fratura de raiz. Normalmente, o RDT é estimado em radiografias periapicais. A técnica para a remoção de instrumentos fraturados deve ser avaliada individualmente para cada situação diferente (Yang et al., 2015).

A técnica de Masserann pode ser empregada para a recuperação de fragmentos de aço inoxidável e NiTi. Este sistema é muito eficaz para a remoção de fragmentos que estão localizados na parte reta do canal e não podem ser aplicados a casos envolvendo fragmentos localizados no terço apical, ou em canais curvos (Yang et al., 2016). Mostra-se que tem menor taxa de sucesso do que ultrassom e métodos convencionais de recuperação de instrumentos. Embora esta técnica seja considerada inferior aos ultrassons e ao consumo de tempo, exigindo 20 minutos a várias horas, diz-se que ainda é eficaz em casos selecionados e, muitas vezes, o método de escolha para recuperação por vibração ultrassônica. No entanto, a técnica de Masserann pode ser modificada usando ou combinando com o ultrassom e é dito ser mais eficaz em casos selecionados quando empregado com microscópio

operatório cirúrgico. Por outro lado, o uso de equipamentos relativamente grandes e trefidas rígidas leva à remoção de uma quantidade considerável de dentina radicular e enfraquecimento dos dentes ou risco de perfuração, extrusão do fragmento além do ápice da raiz e aumento da temperatura na superfície da raiz externa (Shahabinejad et al., 2013). Para superar os riscos associados a ele; esta técnica precisa de monitoramento radiográfico frequente (Vivekananda Pai; Mir; Jain, 2013).

A chamada técnica ultrassônica, sugerida por Ruddle (2003), é avaliada por uma série de diferentes equipes. A técnica inclui a remoção de dentina ao redor do fragmento para afrouxar e recuperá-lo. O procedimento é realizado sob microscópio eletrônico. Pontas endodônticas especiais (endosônicas) foram desenvolvidas para o efeito. Todas são finas, longas, afiadas e pontiagudas para serem usadas com ultrassom piezoelétrico Scalers. Os primeiros instrumentos foram desenvolvidos pelo próprio Ruddle, e agora são produzidos como ProUltra Endo (Dentsply-Maillefer), e também como pontas de CPR (Obtura Spartan). Muitas outras pontas para a mesma técnica apareceram no mercado depois disso. Atualmente, eles não são padronizados e pode ter parâmetros diferentes. A maioria deles não foram estudadas. Os estudos examinam taxas de sucesso e complicações durante a remoção de fragmentos em locais diferentes e aumento de temperatura no periodonto devido a fricção do ultrassom. A maioria das técnicas endosônicas nunca foram comparadas. Isso torna muito difícil para o cirurgião-dentista escolher um instrumento apropriado para cada situação clínica (Shiyakov; Vasileva, 2014).

Quase todos esses sistemas citados a cima requer acesso direto e visualização do instrumento separado. Nevares et al. (2012) mostraram que ao usar o ultrassom, 85,3% dos fragmentos de instrumentos fraturados visíveis poderiam ser removidos em comparação com apenas 47,7% de fragmentos de instrumentos não visíveis. É importante notar que os investigadores tiveram que remover uma quantidade substancial de dentina para ganhar visualização direta para acessar ao fragmento (Wohlgemuth et al., 2015). Usando o kit Masserann, uma taxa de sucesso de 55% na remoção foi relatada, acompanhando novamente uma extensa remoção dentinária e concluiu-se que o kit tinha aplicação limitada em dentes posteriores com raízes finas e curvas. Esses resultados indicaram que o pré-requisito para um melhor sucesso foi uma visão linear dos fragmentos separados, de tal forma que,

fosse possível, na maioria dos casos, não comprometer a integridade da raiz (Shiyakov; Vasileva, 2014).

Embora esses procedimentos possam ser bem-sucedidos, complicações como extrusão do fragmento apical, aumento da temperatura na superfície externa da raiz, fadiga do operador, comprometimento da espessura da parede do canal radicular, e as perfurações são frequentemente relatadas (Madarati; Hunter; Dummer, 2013; Wohlgemuth et al., 2015).

Em objeção, o trabalho de Wohlgemuth et al. (2015) mostra que o Sistema GentleWave também pode ser usado para recuperação de fragmentos fraturados sem comprometer a integridade dentinária. O Sistema GentleWave, foi projetado para oferecer um amplo espectro de ondas dentro do irrigante para efetivamente limpar o sistema do canal radicular. E também pode ser usado na recuperação de fragmentos fraturados, não comprometendo a integridade dentinária porque a tecnologia não envolve moldagem ou instrumentação. O Sistema GentleWave é realizado em presença de irrigantes, portanto, questões atenuantes, como danos causados pelo calor e dessecação, associada às técnicas de recuperação atuais, não são evidentes nesta nova técnica. A presença do Multisonic Ultracleaning energy em combinação com dinâmica de fluidos avançada permite o afrouxamento dos instrumentos separados quando envolvidos a parede dentinária.

Além disso, o uso de kits Masserann e pontas ultrassônicas é limitado em canais curvos. Quando usado o sistema GentleWave, uma taxa de sucesso de 42% foi observada em canais onde o ângulo de curvatura era maior que 30°, indicando essa remoção possível além da curva sem qualquer preparação ou remoção da dentina radicular (Wohlgemuth et al., 2015).

Porém, a separação do instrumento no estudo de Wohlgemuth et al. (2015) imita a falha dinâmica (cíclica) em vez de torsional. Visto que as falhas de torção podem ser mais difíceis de remover pelo fato de que eles estão possivelmente mais firmemente encaixados nos canais. Além do mais, a taxa de fratura das limas rotatórias é maior do que a das limas manuais.

É interessante saber que o sistema GentleWave é capaz de mover irrigante ativando soluções de forma semelhante à que já foi mostrada em desobstrução de canais. A ativação se dá ao longo do instrumento em caso de canais ovóides e assim limpa os canais, mesmo que o instrumento não tenha sido removido com sucesso (Wohlgemuth et al., 2015). Estudos futuros devem também examinar a eficiência de limpeza do sistema GentleWave em torno e além dos instrumentos separados, nos casos em que a separação os instrumentos não possam ser removidos.

Outra técnica que também mostrou ser possível a remoção de fragmento fraturado além da curvatura do canal radicular foi a descrita no trabalho de Rahimi e Parashos (2009). Com o auxílio de um cone de guta-percha com clorofórmio, os autores conseguiram prender o fragmento solto no canal e assim removê-lo com sucesso. No caso descrito, o fato de que o dente não tinha uma lesão periapical óbvia e a fratura ocorreu em um estágio posterior do procedimento químico-mecânico, pode-se argumentar que o instrumento poderia ter sido deixado *in situ* sem tentar a remoção, especialmente quando isso requer remoção de dentina. No entanto, os motivos para a tentativa de remoção foram que o instrumento foi facilmente afrouxado com limas manuais e a técnica empregada foi conservadora com poucas ou nenhuma complicação potencial. Além disso, devido à severa curvatura, o instrumento sofreu uma fratura de tipo flexural, além de fraturas tipo torsional. Isso significaria que o instrumento talvez não estivesse tão fortemente bloqueado no canal e, portanto, havia mais potencial para sua remoção. A pior complicação possível poderia ter sido o despreendimento da porção amaciada do cone de guta-percha. Caso este fato ocorresse, o uso cuidadoso de limas de aço inoxidável provavelmente resultaria na recuperação bem sucedida do fragmento de guta-percha separado. Em qualquer caso, é improvável que o despreendimento da guta-percha teria afetado o prognóstico geral. O uso de ultrassom, como endoscópios de Endosonore (Dentsply Tulsa, Johnson City, TN, EUA) com irrigação abundante para remover os instrumentos fraturados afrouxados é outra técnica conservadora. No entanto, existe uma possibilidade de remoção excessiva de dentina e fratura de tais instrumentos em canais severamente curvados. Portanto, a técnica de remoção de guta-percha amolecida é uma técnica conservadora na

medida em que não requer remoção de dentina, é simples e rápida de realizar e não requer visão direta ou acesso em linha reta.

No trabalho de Yang et al. (2015), os autores explicam sobre um programa de microtomografia que simula os riscos e benefícios em relação a dentina para análise de remoção do fragmento fraturado, porém a dose de custo e radiação para o paciente deve ser consideradas. A radiografia periapical provavelmente permanecerá como a ferramenta mais importante na prática clínica, o que é um compromisso quando a informação da espessura da dentina está em causa. No estudo citado acima foi concluído que realmente a técnica radiográfica em paralelo superestima o RDT (espessura da dentina remanescente) real. Por outro lado, a técnica de paralaxe parece dar uma estimativa mais próxima ou mais precisa do RDT real. Como a raiz pode exibir aparência diferente em ângulo de projeção variado, a forma projetada e a curvatura da raiz méso-vestibular podem influenciar a medição em uma radiografia periapical. Quando o feixe cruza o dente em um determinado ângulo (como em uma técnica de paralelismo), o dente aparece desfocado na radiografia. Assim, ao angular o feixe, a forma e a concavidade da raiz méso-vestibular podem ser melhor visualizadas. Isso se reflete nos resultados de que o filme em ângulo (técnica de paralaxe) produz medição de espessura próxima, mas ainda ligeiramente maior do que o 3D-RDT real.

A maioria dos endodontistas ainda encontra bastante dificuldade em lidar com esses incidentes de remoção de limas fraturadas. Não é realidade da maioria dos profissionais possuírem alguns equipamentos que se mostraram eficazes ao longo desta revisão: como o microscópio eletrônico e o sistema GentleWave. Temos que ter em vista também que alguns instrumentos descritos ainda nem são comercializados, estando por enquanto em fase de experimentos. Outro fator que também dificulta o processo é o fato de que em cada situação o fragmento estará fraturado em uma determinada região, em um determinado canal, que poderá ter vários formatos e tamanhos diferente, diferentes espessuras de dentina e sendo assim, é complicado determinar um instrumento padronizado para se usar em uma amplitude geral. Contudo, frente também a dificuldade de seleção de artigos devido à escassez na literatura, novos estudos são necessários na busca de novos métodos e técnicas mais acessíveis e eficazes na remoção de limas fraturadas.

## **5- CONCLUSÃO**

Embora os avanços técnicos tenham melhorado a capacidade dos clínicos de remover os instrumentos endodônticos fraturados, ainda não há uma técnica padronizada absoluta para remoção bem-sucedida de fragmento.

## REFERÊNCIAS

Amaral CCFA, Gomes JACP. **Dissolução de fragmentos metálicos em canais radiculares.** Painel PEMM 2012; 24-26 out 2012; Rio de Janeiro, BR. Rio de Janeiro: PEMM/COPPE/UFRJ; 2012.

Andrabi SM, Kumar A, Iftekhar H, Alam S. **Retrieval of a separated nickel-titanium instrument using a modified 18-guage needle and cyanoacrylate glue: a case report.** Restor Dent Endod. vol. 38(2): p. 93-7. May 2013.

Brito-Júnior M, Normanha JA, Camilo CC, Faria-e-Silva AL, Saquy PC, Ferraz MÃ, et al. **Alternative techniques to remove fractured instrument fragments from the apical third of root canals: report of two cases.** Braz Dent J. vol. 26(1): p. 79-85. Jan-Feb; 2015.

Cruz A, Mercado-Soto CG, Ceja I, Gascón LG, Cholico P, Palafox-Sánchez CA. **Removal of an instrument fractured by ultrasound and the instrument removal system under visual magnification.** J Contemp Dent Pract. Vol. 16(3): p. 238-42. Mar 2015.

Cujé J, Bargholz C, Hülsmann M. **The outcome of retained instrument removal in a specialist practice.** Int Endod J. vol. 43(7): p. 545-54. Jul 2010.

Machtou P, Reit C. **Non-surgical retreatment.** In: Bergenholtz G, Horsted-Bindslev P, Reit C, editors. Textbook of endodontology. Oxford: Blackwell Munksgaard; 2003.

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

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

McGuigan MB, Louca C, Duncan HF. **The impact of fractured endodontic instruments on treatment outcome.** Br Dent J. vol. 214(6): p. 285-9. Mar. 2013.

Mei Fu, Zhang Z, Hou B. **Removal of broken files from root canals by using ultrasonic techiques combined with dental microscope: a restropective analysis of treatment outcome.** J Endod. Vol. ;37(5): p. 619-622. May, 2011.

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

Panitvisai P, Parunnit P, Sathorn C, Messer HH. **Impact of a retained instrument on treatment outcome: a systematic review and meta-analysis.** J Endod. Vol. 36(5): p. 775-80. May, 2010.

Rahimi M, Parashos P. **A novel technique for the removal of fractured instruments in the apical third of curved root canals.** Int Endod J. vol. 42(3): p. 264-70. Mar. 2009.

Ruddle CJ. **Broken instrument removal.** Endod Practice. Vol. 6(1): p. 13-22. 2003.

Shahabinejad H, Ghassemi A, Pishbin L, Shahravan A. **Success of ultrasonic technique in removing fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals and its effect on the required force for root fracture.** J Endod. Vol. 39(6): p. 824-8; jun. 2013.

Shiyakov KK, Vasileva RI. **Effectiveness in the curve of eight types of endosonic tips for broken instruments removal.** J IMAB. Vol. 20(5): p. 595-600. Oct – Dec. 2014.

Terauchi Y, O'Leary L, Yoshioka T, Suda H. **Comparison of the time required to create secondary fracture of separated file fragments by using ultrasonic vibration under various canal conditions.** J Endod. Vol. 39(10): p. 1300-5. Oct. 2013.

Vivekananda Pai AR, Mir S, Jain R. **Retrieval of a metallic obstruction from the root canal of a premolar using Masserann technique.** Contemp Clin Dent. Vol. 4(4): p. 543-6. Oct. 2013.

Wohlgemuth P, Cuocolo D, Vandrangi P, Sigurdsson A. **Effectiveness of the GentleWave system in removing separated instruments.** J Endod. Vol. 41(11): p. 1895-8. Nov. 2015.

Yang Q, Cheung GS, Shen Y, Huang D, Zhou X, Gao Y. **The remaining dentin thickness investigation of the attempt to remove broken instrument from mesiobuccal canals of maxillary first molars with virtual simulation technique.** BMC Oral Health. 28;15:87. Jul 2015.

Yang Q, Shen Y, Huang D, Zhou X, Gao Y, Haapasalo M. **Evaluation of two trephine techniques for removal of fractured rotary nickel-titanium instruments from root canals.** J Endod. Vol. 43(1): p. 116-20. Jan 2016.