

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA CONSERVADORA

NATÁLIA ANGELA BORTOLI

**USO DE ULTRASSOM EM ENDODONTIA**

Porto Alegre

2019

NATÁLIA ANGELA BORTOLI

**USO DE ULTRASSOM EM ENDODONTIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de cirurgiã dentista.

Orientador: Prof. Doutor Ricardo Abreu da Rosa

Porto Alegre

2019

NATÁLIA ANGELA BORTOLI

**USO DE ULTRASSOM EM ENDODONTIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de cirurgiã dentista.

Orientador: Prof. Doutor Ricardo Abreu da Rosa

Porto Alegre, 9 de dezembro de 2019.

---

Nome: Ricardo Abreu da Rosa

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Nome: Marcus Vinicius Reis Só

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Nome: Régis Burmeister dos Santos

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Narcia e Nilton Bortoli, por todos os ensinamentos e conselhos que me trouxeram até aqui, sempre desejando que eu fosse feliz e realizada nas minhas escolhas. O apoio de vocês me dá força para continuar nos momentos difíceis e acreditar que ficará tudo bem. Vocês são os meus exemplos de amor, companheirismo e respeito. Obrigada por não medirem esforços para realização dos meus sonhos, por acreditarem em mim, por estarem sempre perto, apesar da distância, e por todo o amor e momentos felizes que passamos juntos. Amo muito vocês.

Aos meus amigos e colegas que estiveram comigo ao longo da graduação, pelos momentos de estudo, discussões de casos clínicos, compartilhamento de materiais e também por tornarem os dias mais alegres e leves, motivando a continuar nos momentos difíceis. Agradecer especialmente as minhas amigas da graduação Helen Pontin, Nicole Costa de Goes e Naiara Roggia por estarem comigo desde o início da faculdade, por toda nossa união, apoio e torcida pela felicidade da outra, pelos abraços ou olhares que já diziam tudo e por se tornarem essas pessoas especiais que quero levar para a vida. Agradecer também minha amiga Scarlett Zambiasi que apesar da distância me acompanhou nessa trajetória.

Ao meu orientador Ricardo Abreu da Rosa por toda ajuda, dedicação e paciência no decorrer desse trabalho que me oportunizou muito aprendizado não só sobre o tema apresentado, mas também sobre a endodontia e odontologia como um todo. Um exemplo de profissional que ama o que faz e está sempre disponível para ajudar e ensinar. Sempre vou lembrar das explicações e ensinamentos passados, não só durante a orientação do trabalho, como também nas orientações da clínica.

A minha banca examinadora Marcus Vinicius Reis Só e Régis Burmeister dos Santos por aceitarem contribuir com o meu trabalho e, também, por serem pessoas especiais durante minha formação, as quais eu lembro das orientações e ensinamentos até hoje.

Aos integrantes do LAMOC que oportunizaram conhecer a pesquisa no início da graduação com ensinamentos que contribuíram nos meus estudos e amadurecimento como aluna. Especialmente agradecer ao Marcelo Lamers, Bibiana Matte e Paloma Campos que me orientaram nesse período.

A todos os professores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul que tive a oportunidade de conhecer e aprender nesses anos, por esclarecerem minhas dúvidas e garantirem uma formação de ótima qualidade.

Aos monitores e alunos de pós-graduação pela paciência e ajuda nas nossas rotinas de atendimento, principalmente no início das clínicas, quando tudo parece tão difícil.

Aos funcionários da faculdade que possibilitam o funcionamento do nosso local de aprendizado.

Aos preceptores dos estágios por nos oportunizarem ter contato com diferentes campos de atuação da odontologia.

E a todos que de alguma forma estiveram comigo nesse período tornando meus dias melhores.

## RESUMO

O objetivo dessa revisão de literatura é descrever a utilização do ultrassom nas diferentes etapas do tratamento endodôntico. Foram buscados artigos científicos na base de dados PubMed nos últimos 20 anos que abordem o uso do ultrassom para acesso aos canais radiculares, localização de canais calcificados e remoção de calcificações pulpares, remoção de obstruções intracanalais (instrumentos fraturados, cones de prata), preparo do canal radicular, potencializar efeitos das soluções irrigadoras, ativação ultrassônica do cimento obturador, remoção de núcleo metálico fundido, retratamentos endodônticos e cirurgias parendodônticas. Para a realização da busca foram utilizadas as seguintes palavras-chaves: “endodontic”, “ultrasonic”, “access cavity”, “calcification”, “coronal opening”, “pulp stone”, “ultrasonic tips”, “separated files”, “fractured instruments”, “silver cones removal”, “ultrasonic canal preparation”, “passive ultrasonic irrigation”, “endodontic sealer activation”, “cast post end core removal”, “endodontic retreatment”, “root filling removal”, “apical surgery”, “apicoectomy”, “root end cavity”. Conclui-se que o ultrassom tem se mostrado uma excelente ferramenta para auxiliar na realização do tratamento endodôntico em suas diferentes etapas, aumentando a previsibilidade dos casos realizados, minimizando desgastes dentinários desnecessários e potencializando a limpeza do sistema de canais tanto em casos de tratamento quanto de retratamentos endodôntico.

Palavras-chaves: Endodontic. Ultrasonic.

## **ABSTRACT**

The aim of this literature review is to describe the use of ultrasound in the different steps of the endodontic retreatment. Scientific papers were electronically searched in the PubMed database. It was included only papers from twenty years ago or earlier that investigated ultrasound for endodontic access, canal localization and removal of pulp calcifications, removal of obstruction (separated files, silver cones), canal preparation, to activate the irrigant and the endodontic sealer, post removal, endodontic retreatment and apical surgeries. To perform the search, the following terms were used: “access cavity”, “calcification”, “coronal opening”, “pulp stone”, “ultrasonic tips”, “separated files”, “fractured instruments”, “silver cones removal”, “ultrasonic canal preparation”, “passive ultrasonic irrigation”, “endodontic sealer activation”, “cast post end core removal”, “endodontic retreatment”, “root filling removal”, “apical surgery”, “apicoectomy”, “root end cavity”. It was concluded that ultrasound consists in a valuable tool to optimize the endodontic treatment in its different stages, enhancing the predictability of the procedures, minimizing unnecessary dentinal wearing and to potentialize the root canal cleaning in cases of treatment and retreatment

Key words: Endodontic. Ultrasonic.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>11</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>12</b>
<b>4 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
<b>4.1 Acesso Cavitário .....</b>	<b>13</b>
<b>4.2 Localização de canais calcificados e remoção de calcificações pulpare</b> .....	<b>13</b>
<b>4.3 Remoção de obstruções intracanais (instrumentos fraturados, cones de prata) .....</b>	<b>14</b>
<b>4.4 Potencialização dos efeitos das soluções irrigadoras .....</b>	<b>18</b>
<b>4.5 Ativação ultrassônica do cimento obturador .....</b>	<b>22</b>
<b>4.6 Remoção de retentores intrarradiculares.....</b>	<b>24</b>
<b>4.7 Retratamentos endodônticos .....</b>	<b>27</b>
<b>4.8 Cirurgias parendodônticas .....</b>	<b>30</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>39</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O ultrassom é a energia sonora com uma frequência acima do alcance da audição humana, que é de 20 kHz. Existem dois métodos básicos de produção de ultrassom. O primeiro é a magnetoestrição que converte energia eletromagnética em energia mecânica, onde tiras de metal magnetoestrutivas em uma peça de mão são submetidas a um campo magnético produzindo vibrações. O segundo método é baseado no princípio piezoelétrico, no qual é usado um cristal que muda de dimensão quando uma carga elétrica é aplicada, essa deformação do cristal é convertida em oscilação mecânica sem produzir calor (PLOTINO *et al.*, 2007).

As ondas ultrassônicas consistem em uma propagação mecânica de energia através de um meio adequado. Quando energizadas, as partículas do meio vibram e transferem a energia para partículas adjacentes. Em fluídos e sólidos a propagação pode ser longitudinal ou transversal. Nos fluidos a vibração ocorre na direção da onda, as partículas passam umas pelas outras com pouca resistência e a energia é dissipada, já nos sólidos o deslocamento da partícula é perpendicular à direção da propagação e as ondas transversais podem viajar de forma eficiente, tendo forte atração entre as partículas. Nos tecidos dentários as ondas ultrassônicas encontram uma interface entre diferentes meios, assim, parte da onda é refletida ao meio original e o restante é refletido ao novo meio. A velocidade irá depender das propriedades do meio (LAIRD; WALMSLEY, 1991).

As ondas de ultrassom podem ser geradas por um transdutor acústico, dispositivo que converte energia elétrica, térmica, magnética ou de outras formas em energia acústica (energia mecânica). Nos aparelhos usados em odontologia, a geração de ondas ultrassônicas é obtida por meio do efeito piezoelétrico reverso, que transforma energia elétrica em energia mecânica. Durante essa conversão, praticamente não há dissipação de energia sob a forma de calor. (LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2010).

As unidades piezoelétricas têm algumas vantagens em comparação com unidades magnetoestrutivas por oferecerem mais ciclos por segundo e suas pontas funcionarem em movimento linear, ideal para endodontia. Uma unidade magnetoestrutiva apresenta um movimento elíptico, que não é ideal para endodontia, além de gerar calor, necessitando de um resfriamento adequado (PLOTINO *et al.*, 2007).

Um dos primeiros relatos de ultrassom na odontologia foi na forma de uma broca ultrassônica desenvolvida para o preparo cavitário de dentes humanos (CATUNA, 1953 *apud* LAIRD; WALMSLEY, 1991) baseado no trabalho pioneiro de Balamuth (1963 *apud* LAIRD;

WALMSLEY, 1991). Entretanto, a preparação da cavidade com ultrassom nunca se tornou popular, sendo substituída por instrumentos de alta rotação mais eficazes e eficientes. Zinner (1955 *apud* LAIRD; WALMSLEY, 1991) sugeriu o uso do ultrassom modificado em conjunto com um sistema de refrigeração de água para remoção de placa e cálculo em dentes humanos, Johnson e Wilson (1957 *apud* LAIRD; WALMSLEY, 1991) contribuíram com o desenvolvimento de uma ponta ultrassônica baseada nos instrumentos manuais para remoção de placa e cálculo, tornando a técnica um método rápido e simples, amplamente usado clinicamente.

Richman (1957 *apud* LEONARDO; LEONARDO, 2009) propôs a utilização do ultrassom na endodontia para limpeza e modelagem do sistema de canais rotatórios e ressecção radicular, e desde então muitos trabalhos científicos foram realizados para verificar sua viabilidade. O primeiro momento de efervescência do ultrassom na endodontia ocorreu no início da década de 80 com a publicação de vários artigos por Martin & Cunnigham e colaboradores (*apud* LEONARDO; LEONARDO, 2009), esses artigos apresentavam resultados animadores quanto ao uso do ultrassom comparado a técnica manual de instrumentação dos canais radiculares. O equipamento, então, passou a ser muito consumido, principalmente entre os endodontistas. Porém, após mais estudos sobre esse uso, os resultados, principalmente para a instrumentação, foram desanimadores, Ahmad, Roy e Kamarudin (1992 *apud* LEONARDO; LEONARDO, 2009) demonstraram que a cavitação não ocorria dentro dos canais, havendo apenas um fluxo acústico.

Dessa forma, começaram-se a pesquisar novos usos para o ultrassom além da instrumentação. Algumas dessas propostas foram: remoção de cones de prata em casos complexos; retratamento de canais obturados com pastas obturadoras; remoção de pinos fundidos fraturados; remoção de próteses adesivas com pontas de periodontia modificadas; ativação da solução de hipoclorito de sódio a 1% para limpeza dos túbulos dentinários antes do clareamento interno; condensação lateral aquecida com espaçador ativado ultrassonicamente; tratamento clínico e cirúrgico de *dens invaginatus*. Um dos grandes impedimentos para essa tecnologia na época era a falta de pontas específicas, dessa forma, após a adição da microscopia operatória e cirúrgica propiciaram o desenvolvimento de novos instrumentos e técnicas (LEONARDO; LEONARDO, 2009).

Atualmente, a utilização do equipamento está bem consolidada na endodontia e se expande para outras áreas da odontologia. A principal evolução ocorreu nas pontas, que hoje apresentam enorme variedade de formatos, diâmetros, tamanhos, conicidades e ângulos em

relação ao transdutor e corpo do instrumento. Evolução que proporciona maior capacidade de adaptação às inúmeras necessidades clínicas, grupos e posições dentais (LEONARDO; LEONARDO, 2009).

Os principais usos do ultrassom na odontologia são para raspagem e alisamento radicular dos dentes, para tratamento de canal radicular e remoção de retentores intracanaís. O ultrassom pode ser usado para o diagnóstico e tratamento. Algumas das aplicações mais comuns do ultrassom na endodontia são: refinamento do acesso, localização de canais calcificados e remoção de calcificações pulpaes, remoção de obstruções intracanaís (instrumentos fraturados, cones do canal radicular, cones de prata e cones metálicos fraturados), aumento da ação de soluções irrigadoras, condensação ultrassônica de cones de guta percha, cirurgias endodônticas e preparo do canal radicular (PLOTINO *et al.*, 2007).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo desta revisão de literatura é descrever a utilização do ultrassom nas diferentes etapas do tratamento endodôntico.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Apresentar os estudos nas seguintes etapas do tratamento endodôntico:

- a) Acesso aos canais radiculares;
- b) Localização de canais calcificados e remoção de calcificações pulpare;
- c) Remoção de obstruções intracanaís (instrumentos fraturados, cones de prata);
- d) Potencializar efeitos das soluções irrigadoras;
- e) Ativação ultrassônica do cimento obturador;
- f) Remoção de retentores intracanaís;
- g) Retratamentos endodônticos;
- h) Cirurgias parendodônticas.

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado a partir de um levantamento bibliográfico, buscando a literatura relevante sobre o tema. Sendo este estudo uma revisão de literatura simples, a busca deu-se através das bases de dados onde foram pesquisados artigos científicos e livros didáticos em língua inglesa e portuguesa. A preferência foi para artigos publicados nos últimos 20 anos e para ensaios clínicos e laboratoriais.

As buscas pelos artigos foram realizadas na base de dados PubMed empregando os seguintes termos: “endodontic”, “ultrasonic”, “access cavity”, “calcification”, “coronal opening”, “pulp stone”, “ultrasonic tips”, “separated files”, “fractured instruments”, “silver cones removal”, “ultrasonic canal preparation”, “passive ultrasonic irrigation”, “endodontic sealer activation”, “cast post end core removal”, “endodontic retreatment”, “root filling removal”, “apical surgery”, “apicoectomy”, “root end cavity”. Também foram incluídos artigos citados pelos artigos já selecionados na revisão.

Os artigos foram coletados por meio do portal de periódicos da CAPES ([www.periódicos.capes.gov.br](http://www.periódicos.capes.gov.br)), disponibilizado pela UFRGS. Primeiramente foi realizada a leitura dos resumos dos artigos e selecionados os que apresentaram conteúdo relevante para o tema.

## **4 REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 Acesso Cavitário**

O ultrassom e as pontas ultrassônicas projetadas para o acesso coronário são auxiliares muito valiosos, podem ser utilizados para regularizar e aprofundar sulcos de desenvolvimento, remover tecidos e explorar canais.

Alaçam *et al.* (2008) realizaram um estudo *in vitro* para investigar se o uso de microscópio operatório e insertos ultrassônicos auxiliam na localização do segundo canal mesiovestibular (MV2). Utilizaram-se 100 molares superiores extraídos. Em um primeiro momento, foram analisadas clinicamente todas as amostras sem magnificação e com uma sonda exploradora, após, com um microscópio operatório, realizou-se uma nova avaliação nas amostras em que não havia sido identificado o canal MV2, e por último, realizou-se uma nova busca pelo canal MV2 utilizando microscópio operatório e insertos ultrassônicos. Já na primeira análise, o canal MV2 foi encontrado em 62 dentes, ao final, localizou-se o canal MV2 em 74 dentes. Segundo os autores, a posição favorável e experiência do operador pode ter influenciado no grande número de canais localizados na primeira análise. Entretanto, o uso de microscópio operatório e insertos ultrassônicos contribuiu na localização desses canais.

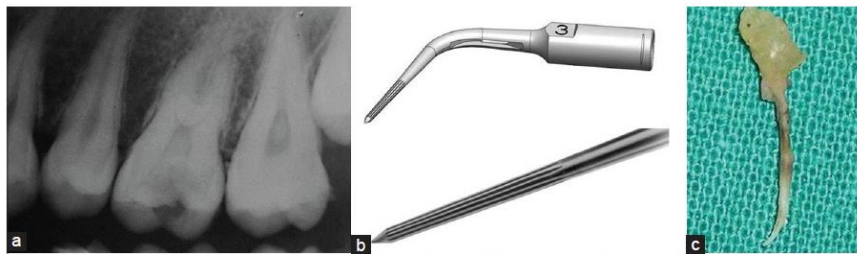
### **4.2 Localização de canais calcificados e remoção de calcificações pulpare**

Os nódulos pulpares, quando aderidos em alguma das paredes laterais, assoalho ou teto da câmara pulpar são obstáculos difíceis de remover durante a trepanação e regularização da câmara pulpar devido à sua dureza. Remover esses nódulos com instrumentos rotatórios é arriscado, podendo agredir áreas anatômicas importantes (KUNERT; KUNERT, 2006).

Nanjannawar *et al.* (2012) apresentaram dois casos de remoção de calcificação pulpar em molares superiores. Nos dois casos a calcificação se estendia da câmara pulpar até a raiz palatina, sendo que no primeiro caso media 14mm de comprimento e 9,5 mm no segundo caso. As duas calcificações pulpares foram removidas com irrigação de hipoclorito de sódio 5,2% e insertos ultrassônicos. Segundo os autores, a vibração ultrassônica facilita a remoção das calcificações pulpares, além de tornar o procedimento mais seguro e previsível, visto que, com a utilização de brocas e pontas diamantadas podem ocorrer perfurações ou enfraquecimento da estrutura dentária por excesso de remoção de tecido.

Jain *et al.* (2016) relataram um caso clínico de remoção de uma calcificação pulpar de 16 mm de comprimento em um primeiro molar superior. Clinicamente era possível visualizar uma cárie oclusal profunda e a radiografia periapical apresentava radiopacidade na câmara pulpar e no canal palatino. Após o acesso, um inserto ultrassônico sem ponta ativa e corte lateral foi utilizado para refinar o acesso e deslocar a calcificação pulpar. Por fim, uma ponta ultrassônica cônica com ponta ativa removeu a calcificação.

Figura 1 – (a) Radiografia pré-operatória mostrando radiopacidades difusas em toda a câmara pulpar e no canal radicular palatino. (b) Ponta ultrassônica XTM # 3 para aferição do canal calcificado. (c) Fotografia de tecido pulpar parcialmente calcificado



Fonte: Jain *et al.* (2016, p. 93)

Muitas vezes as calcificações pulpares podem ser removidas apenas com brocas ou pontas diamantadas, porém o uso do ultrassom com insertos adequados facilita essa remoção, melhorando o acesso e a visualização dos canais radiculares, aumentando, por consequência, a previsibilidade do tratamento endodôntico.

#### 4.3 Remoção de obstruções intracanais (instrumentos fraturados, cones de prata)

A remoção de instrumentos fraturados com tecnologia ultrassônica é uma das suas aplicações de grande sucesso. É possível obter um bom deslocamento devido a ultra vibração do inserto associada à capacidade de cavitação, gerando forças que possibilitam a remoção desses obstáculos (KUNERT; KUNERT, 2006).

Nesses casos sempre é importante um planejamento levando em consideração: instrumento fraturado, tempo do acidente, outras tentativas de remoção, região do canal radicular que está localizado, curvaturas ou outros obstáculos.

Há fatores que influenciam a realização e o sucesso do tratamento endodôntico e por isso devem ser considerados em casos de instrumentos fraturados. Dependendo do terço

radicular em que o instrumento fraturado se encontra o nível de dificuldade de remoção será diferente, quanto mais para a região apical, mais difícil será a remoção. Instrumentos fraturados em canais curvos são mais difíceis de serem removidos do que em canais retos. O tipo de instrumento fraturado influencia também, instrumentos manuais quando fraturados são mais difíceis de remover do que instrumentos rotatórios devido a área de contato resultante das torções no instrumento serem menores em instrumentos manuais, dificultando a apreensão desse instrumento para remoção. Em fraturas de instrumentos rotatórios é importante levar em consideração a causa da fratura, fadiga ou torção. Fraturas causadas por torção fazem com que seja mais difícil a remoção do instrumento, visto que esse instrumento está travado no canal. Casos de canais descontaminados ou contaminados também são fatores a se considerar, em casos com contaminação é muito importante a realização de um bom preparo químico mecânico sem obstruções. O momento da fratura também deve ser analisado, se a fratura ocorre antes do preparo químico mecânico esse canal radicular ainda não foi descontaminado, então as chances de um insucesso são maiores.

Iqbal, Kohli e Kim (2006) analisaram a incidência de instrumentos fraturados em um programa de pós graduação por quatro anos. Comparando a incidência de instrumentos manuais e rotatórios, observou-se que os instrumentos rotatórios apresentaram uma incidência de fratura quase sete vezes maior que os instrumentos manuais, apesar disso a incidência de fratura dos dois tipos de instrumento é considerada baixa. A maioria dos casos ocorreram em molares, principalmente molares inferiores, sendo 82,7% dos instrumentos fraturados na região apical. São muitos os fatores que afetam a fratura de um instrumento, os quais incluem: quantidade de vezes que o instrumento foi usado, técnica de instrumentação, se há uma instrumentação inicial com instrumento manuais, o instrumento memória de preparo, experiência do operador e configuração dos canais radiculares.

Cunha *et al.* (2014) avaliaram a incidência de fratura de instrumentos reciprocantes Wave One por 18 meses realizados por quatro endodontistas. A incidência de fratura foi muito baixa, 0,42% dos dentes. As possíveis razões dessa baixa incidência foram a habilidade dos operadores, composição da liga dos instrumentos, movimento recíprocante e uso único dos instrumentos. Outro possível fator que contribuiu foi a instrumentação inicial realizada com instrumentos manuais.

Através de um estudo experimental avaliou-se uma técnica para remoção de instrumentos rotatórios fraturados. A técnica utilizada no estudo é uma modificação da técnica de Ruddle e consiste, inicialmente, em um alargamento da porção coronal da raiz procurando



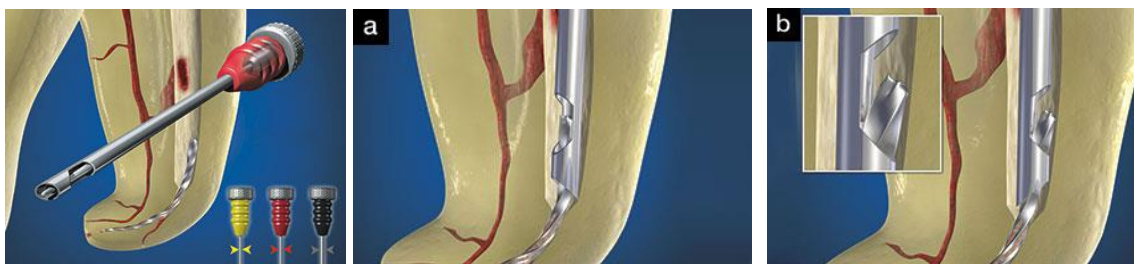
uma visualização da porção mais coronal do instrumento fraturado, depois é realizada uma tentativa de criar uma canaleta com brocas Gattes-Gliden modificadas (com a ponta ativa) ao redor do instrumento fraturado, então, o instrumento fraturado é desprendido com ativação de insertos ultrassônicos e irrigação. Nesse estudo foram utilizados canais simulados e dentes extraídos, os instrumentos foram fraturados em três locais diferentes do canal, antes da curvatura, na curvatura e depois da curvatura. Os fragmentos localizados antes ou na curvatura tiveram 100% de sucesso de remoção, enquanto após a curvatura a taxa de sucesso foi menor. Também observou-se que, quando o instrumento fraturado após a curvatura foi removido, mais irregularidades no canal radicular foram criadas em função do desgaste realizado. A habilidade e experiência do operador são fatores importantes para o sucesso (WARD; PARASHOS; MESSER, 2003).

Suter, Lussi e Sequeira (2005) avaliaram clinicamente, durante 18 meses, uma série de casos que apresentavam um instrumento fraturado. Nesse período foram realizados 1177 tratamentos endodônticos, desses, 97 apresentavam um instrumento fraturado. O estudo apresentou 84% de sucesso de remoção do instrumento. Não houve diferença significativa da taxa de sucesso entre os diferentes métodos utilizados para remoção do instrumento fraturado (ultrassom, kit Masseram, limas Hedstrom e ultrapassagem com limas de pequeno calibre). Em 80% dos casos foi possível remover o instrumento fraturado apenas com ultrassom. Observaram que em 29% dos casos de remoção com ultrassom houve fraturas secundárias do instrumento, entretanto isso não afetou a probabilidade de êxito da remoção do instrumento. Quanto mais para apical o instrumento fraturado estava localizado e quanto maior o tempo de ativação ultrassônica, maiores foram as chances de perfuração. O uso de microscópio cirúrgico foi um pré-requisito para as técnicas de remoção dos instrumentos fraturados.

Aloimary (2009) desenvolveu um estudo *in vitro* comparando duas técnicas para remoção de instrumentos fraturados de NiTi (níquel-titânio). Foram utilizados 30 molares extraídos com rizogênese completa. Foi realizada a abertura e alargamento da entrada do canal, após os instrumentos foram fraturados na região de curvatura da raiz. Os dentes foram divididos em três grupos de acordo com seu ângulo de curvatura radicular. Duas técnicas de remoção de instrumento fraturado foram investigadas. Uma das técnicas utilizava o aparelho de ultrassom com ajuste de baixa potência e no sentido anti-horário. A outra técnica foi utilizado o iRS (Sistema de remoção de instrumento), onde primeiramente utiliza-se o ultrassom para expor a porção coronal do instrumento fraturado, e após, um micro tubo de iRS prende a parte coronal desse instrumento e o conjunto é então tracionado para remoção do fragmento. A taxa de

sucesso foi de 70%, sendo que 12 instrumentos foram removidos pelo ultrassom e nove pelo iRS. Não houve diferença significativa entre as duas técnicas. Houve associação entre o grau de curvatura radicular e a taxa de sucesso. Quanto maior o grau de curvatura, menor a taxa de sucesso. O autor concluiu que os fatores como grau de curvatura do canal radicular, raio de curvatura, localização e comprimento do fragmento, experiência do operador, influenciam mais do que a técnica escolhida.

Figura 2 - Imagens ilustrativas do sistema iRS (Dentsply Meillefer).



Fonte: Remoção... (2018)

Um estudo retrospectivo desenvolvido em um período de 4 anos analisou o resultado do tratamento endodôntico após remoção de instrumentos fraturados utilizando a técnica ultrassônica. O acompanhamento teve uma média de avaliação a cada 28 meses e consistia em exames clínicos e radiográficos. Entre os dentes examinados 81,8% foram considerados saudáveis. Os casos com remoção do instrumento fraturado tiveram mais sucesso do que os casos em que não foi possível realizar a remoção. Concluindo que a técnica ultrassônica de remoção de instrumento fraturado apresenta resultados favoráveis (FU; ZHANG; HOU, 2011).

A técnica ultrassônica também pode ser utilizada para remoção de cones de prata. Consiste em, inicialmente, com brocas Gates Glidden obter um acesso para visualizar a porção mais cervical do cone de prata com auxílio de microscópio, utilizando insertos ultrassônicos prepara-se uma canaleta de 1-2mm ao redor da extremidade cervical do cone de prata, após, uma agulha é inserida na extremidade oposta e uma lima Hedstrom através da agulha é inserida até ultrapassar o cone de prata, é formada uma conexão muito forte entre os três elementos e ao puxar a lima Hedstrom remove-se os três objetos. Nos dois casos a remoção do cone de prata obteve sucesso. A técnica ultrassônica é frequentemente efetiva nesses casos, além de não necessitar um acesso tão amplo como outras técnicas de remoção de cones de prata (SUTER, 1998).

Basicamente, a técnica utilizada para remoção de instrumentos fraturados consiste na tentativa de criação de um espaço entre o fragmento fraturado e a parede do canal radicular. Para isso, instrumentos manuais de aço inoxidável são utilizados em movimentos leves e de pequena amplitude com o canal inundado por solução irrigadora. O objetivo é a criação de um espaço para posicionar o inserto ultrassônico entre o instrumento fraturado e a parede do canal e, com a vibração gerada pelo ultrassom, soltá-lo do canal radicular. Vale ressaltar que esta manobra deve ser realizada em baixa potência associada a um fluxo de irrigação contínuo com movimentos de penetração e remoção para desobstruir o canal.

#### **4.4 Potencialização dos efeitos das soluções irrigadoras**

O sistema de canais radiculares apresenta uma anatomia complexa, impossibilitando o preparo e limpeza de todas suas paredes, portanto, a irrigação é uma parte essencial do tratamento endodôntico. A irrigação remove tecidos pulpare e/ou microrganismos, lama dentinária e resíduos. A eficácia da irrigação depende da solução irrigadora utilizada e da capacidade de fazer com que essa solução entre em contato com os elementos, materiais e estruturas (SLUIS *et al.*, 2007).

A ativação ultrassônica foi inicialmente utilizada para o preparo e instrumentação dos canais radiculares, apesar de não se mostrar efetiva para essa função, observaram que era efetiva para a irrigação. Há dois tipos de irrigação ultrassônica: a irrigação ultrassônica, na qual é combinada com a instrumentação (UI) e outra sem instrumentação simultânea, a irrigação ultrassônica passiva (PUI). A UI se mostrou menos efetiva na remoção de tecido pulpar e lama dentinária que a PUI. A explicação se dá pelo fato da UI ter contato com as paredes dos canais radiculares, podendo levar a um corte descontrolado e reduzindo a transmissão acústica e cavitação, fatores importantes no mecanismo da irrigação ultrassônica, dessa forma, o foco será a PUI (SLUIS *et al.*, 2007).

Os mecanismos que atuam na PUI são: frequência e intensidade, transmissão acústica e cavitação. Frequência e intensidade atuam na transmissão de energia do inserto ultrassônico para o irrigante, uma frequência mais alta deve resultar em uma maior velocidade do fluxo do irrigante e, conseqüentemente, mais potência. A transmissão acústica consiste em um movimento rápido e circular do fluido em torno de um inserto vibratório, a intensidade da transmissão acústica está relacionada com a velocidade, a transmissão acústica produz tensões de cisalhamento na parede do canal radicular que pode remover detritos e bactérias da parede.

A cavitação acústica é a criação de novas bolhas ou expansão, contração e/ou distorção de bolhas em um líquido (SLUIS *et al.*, 2007).

Beus *et al.* (2012) realizaram um estudo clínico randomizado prospectivo comparando dois protocolos de irrigação. Um dos protocolos consiste em uma técnica não ultrassônica de irrigação utilizando 6ml de 1% de NaOCl em um fluxo de 2ml por minuto com o auxílio de uma agulha inserida a 1mm aquém do comprimento de trabalho por 3 minutos. O outro protocolo consiste em uma técnica de irrigação ultrassônica passiva utilizando NaOCl a 1% sendo ativados por 30 segundos, troca da solução de NaOCl e ativação por 30 segundos, secagem do canal, repetição do protocolo utilizando EDTA 17% e Clorexidina 2% com intervalos de 15 segundos entre as ativações. Os protocolos de irrigação foram realizados após o final do preparo do canal radicular em 50 dentes de 49 pacientes. Amostras retiradas da superfície do dente, do acesso inicial, após protocolo de irrigação, superfície do dente na segunda visita, segunda visita após medicação intracanal e segunda visita prévia a obturação foram submetidas a culturas bacterianas. Não houve diferença entre os dois protocolos de irrigação, sendo que os dois protocolos apresentaram níveis satisfatórios de descontaminação.

Um estudo *in vivo* comparou três sistemas de irrigação e seu alcance no comprimento de trabalho de raízes mesiais de molares inferiores. Os sistemas comparados foram o sistema convencional de irrigação com agulha, irrigação ultrassônica passiva e EndoVac (um sistema de irrigação de pressão negativa). As amostras para o estudo foram obtidas de 30 molares inferiores, os quais foram divididos em três grupos, um para cada sistema com 10 amostras em cada grupo. Após o preparo químico-mecânico foram realizados os protocolos de irrigação utilizando NaOCl 5,25% e ao final do protocolo foi injetado um contraste e realizadas radiografias periapicais para medir o alcance da solução irrigante nos diferentes protocolos. Os resultados demonstraram que PUI e EndoVac tiveram um melhor alcance na região apical do que o sistema convencional, além disso, PUI e EndoVac tiveram resultados semelhantes (MUNOZ; CAMACHO-CUADRA, 2012).

Liang *et al.* (2013), em um estudo clínico randomizado realizaram a endodontia em dentes monorradiculares, os pacientes foram divididos em dois grupos, sendo um o grupo controle com irrigação manual e o outro grupo utilizou a técnica de irrigação ultrassônica passiva, com ativação entre cada instrumento utilizado e no final do tratamento. Através de radiografias periapicais e tomografias computadorizadas cone beam realizadas antes do início do tratamento e entre 10 e 19 meses após a conclusão do tratamento as lesões periapicais foram avaliadas em quatro classificações: ausência de lesão periapical, redução da lesão periapical

(com redução de no mínimo 20%), incerta e aumento da lesão peripical. Os dois grupos tiveram uma baixa prevalência de áreas radiolúcidas e redução do volume destas áreas, também concluiu-se que nenhum dos protocolos de irrigação é capaz de substituir uma instrumentação adequada. Assim, as duas técnicas são eficazes para o tratamento de lesões periapicais.

Um estudo *in vitro* analisou o efeito da irrigação ultrassônica passiva como um protocolo final de irrigação para remoção de lama dentinária e resíduos. Utilizaram-se 25 incisivos laterais inferiores bovinos que foram divididos em dois grupos testes e um grupo controle. O primeiro grupo teste utilizou irrigação contínua com 12ml de 17% de EDTA e 5 ml de 2,5% de NaOCl. O segundo grupo utilizou irrigação ultrassônica passiva por 30 segundos com 4ml de 17% de EDTA três vezes e uma irrigação ultrassônica passiva por 30 segundos com 5 ml de 2,5% de NaOCl. Já o grupo controle utilizou irrigação contínua com 17 ml de 2,5% de NaOCl. As amostras foram cortadas longitudinalmente e analisadas por microscopia eletrônica. A utilização de EDTA foi importante para remoção de lama dentinária. O estudo concluiu que irrigação ultrassônica passiva não melhorou a remoção de lama dentinária pelo EDTA, entretanto removeu mais resíduos do terço cervical do que utilizando EDTA sozinho (CASTAGNA *et al.*, 2013).

Justo *et al.* (2014) avaliaram a efetividade de protocolos de irrigação final para remoção de resíduos em irregularidades simuladas em canais. As amostras foram 90 dentes bovinos divididos em três grupos teste segundo a solução irrigadora utilizada (solução salina, NaOCl ou Clorexidina) e um grupo controle. Os grupos teste foram divididos em dois subgrupos conforme a utilização ou não da irrigação ultrassônica passiva. Após análise microscópica o estudo concluiu que a solução irrigadora não interferiu na quantidade de resíduos removidos, contudo, os protocolos em que se utilizou irrigação ultrassônica passiva apresentaram uma redução na quantidade de resíduos.

Um estudo *in vitro* avaliou a irrigação ultrassônica passiva para remoção pasta de hidróxido de cálcio. Foram utilizados 54 pré-molares, após o preparo químico-mecânico dividiram-se em cinco grupos de acordo com o protocolo utilizado (manual, PUI por 1 minuto, PUI por 2 minutos, PUI por 3 minutos e grupo controle sem utilizar hidróxido de cálcio). A análise foi realizada através de espectrometria. Concluíram que nenhum dos protocolos possibilitaram a remoção completa da pasta de hidróxido de cálcio e que a quantidade de resíduos não está relacionada com o tempo de ativação ultrassônica (BUSANELLO *et al.*, 2015).

Um estudo *in vitro* comparou diferentes protocolos de irrigação final e seu efeito na dentina intraradicular. Foram utilizados 39 incisivos de bovinos e divididos em 13 grupos conforme a solução irrigadora (solução salina, NaOCl e Clorexidina), uso ou não de EDTA e utilização de PUI ou não. A análise foi realizada através de escaneamento e transmissão microscópica. Os autores concluíram que o NaOCl promoveu a melhor limpeza dos canais radiculares, sendo potencializada com o uso de EDTA e PUI (Wagner *et al.*, 2016).

Vasconcelos *et al.* (2017) desenvolveram um estudo *in vitro* comparando três sistemas de preparo de canal radicular, sendo dois sistemas rotatórios de fabricantes e protocolos de uso diferentes e um sistema reciprocante para avaliar o efeito da irrigação ultrassônica na desinfecção bacteriana em canais achatados de incisivos inferiores. As amostras foram divididas em seis grupos de acordo com o sistema de instrumentação usado e o uso ou não da agitação ultrassônica, a irrigação ultrassônica foi utilizada durante o preparo a cada troca de instrumento. Todos os grupos tiveram redução da infecção bacteriana e os grupos com agitação ultrassônica tiveram uma redução maior, exceto o grupo ProTaper que não obteve diferença significativa com ou sem agitação, visto que esse sistema promove um corte mais agressivo de dentina, além de utilizar mais instrumentos que outros sistemas, levando a um maior uso de solução irrigadora e agitação ultrassônica durante o preparo, justificando a maior redução bacteriana.

Através de uma revisão sistemática e meta-análise avaliou-se a desinfecção dos canais radiculares utilizando irrigação ultrassônica passiva comparando com a irrigação convencional e estudos que avaliaram histologicamente a limpeza dos canais radiculares. Foi realizada a busca dos artigos em duas plataformas, apesar de ter sido encontrado um grande número de trabalhos, somente nove artigos foram lidos completamente e, desses, três foram incluídos na revisão. Os estudos incluídos não demonstraram diferença entre as duas técnicas de irrigação, porém, os autores relatam que os estudos apresentam alto risco de viés e que é necessária uma padronização na execução dos ensaios clínicos, visto que houve diferenças nos protocolos realizados e que poderiam afetar os resultados (MOREIRA *et al.*, 2018).

Jesus *et al.* (2019) realizaram um estudo *in vivo* para analisar radiograficamente o reparo de lesões periapicais e da síntese de mediadores inflamatórios após o tratamento endodôntico em sessão única de dentes de cães usando três protocolos de irrigação: irrigação com pressão apical negativa, irrigação ultrassônica passiva e irrigação com pressão apical positiva. Após 180 dias foram realizadas radiografias periapicais do dente tratado, todos os dentes apresentavam descontinuidade da lâmina dura e radiolucidez sugestiva de lesão periapical em

35 % dos dentes do grupo que utilizou irrigação com pressão apical negativa e 40% dos dentes dos grupos com irrigação ultrassônica passiva e irrigação com pressão apical positiva. Não houve diferença entre os grupo-teste, sendo que em todos eles também houve diminuição da lesão periapical. Quanto à análise imunohistoquímica não houve diferença entre os grupos com diferentes protocolos de irrigação de acordo como os três mediadores inflamatórios utilizados (TNF- $\alpha$ , IL-1 $\alpha$  e osteopontina). Portanto, de acordo com os autores, não é recomendado a realização de tratamentos endodônticos em sessão única de dentes com necrose pulpar e lesão periapical, independente do protocolo de irrigação utilizado.

Uma revisão sistemática avaliou a efetividade da irrigação ultrassônica passiva na cicatrização periapical e desinfecção dos canais radiculares. A busca de artigos foi realizada em seis plataformas, os descritores foram baseados nos termos mais citados em publicações prévias relacionadas ao tema. Os critérios de inclusão foram ensaios clínicos randomizados ou ensaios clínicos controlados que avaliaram a cicatrização periapical e desinfecção dos canais radiculares comparando a irrigação ultrassônica passiva com irrigação manual. Foram excluídos estudos sem grupo controle, estudos que não utilizaram protocolos iguais na instrumentação dos canais radiculares e que não utilizaram o mesmo volume, concentração, tempo ou tipo de solução irrigadora. Esses critérios foram escolhidos para ter um baixo risco de viés. Entre os 346 estudos encontrados, somente três se enquadraram nos critérios de seleção. Somente um dos artigos selecionados avaliou clinicamente os resultados, não havendo diferença entre as duas técnicas. Os outros dois artigos realizaram uma avaliação da infecção bacteriana, porém não seguiram os mesmos protocolos de testes, o que pode ter justificados os diferentes resultados. Dessa forma, segundo os autores, há necessidade de mais estudos clínicos randomizados comparando as duas técnicas, visto que os estudos existentes seguem diferentes protocolos de técnica e avaliação dos resultados. Baseado nesses achados, os autores concluem que não há evidências de que a irrigação ultrassônica passiva seja mais efetiva que a técnica manual na cicatrização periapical e desinfecção dos canais radiculares (SILVA *et al.*, 2019).

#### **4.5 Ativação ultrassônica do cimento obturador**

Uma obturação adequada é necessária após o preparo do canal radicular para garantir o sucesso do tratamento endodôntico. Os cimentos endodônticos são utilizados para ajudar a preencher espaços em que os cones de guta-percha não conseguem acessar. Entretanto, dependendo da anatomia do canal há dificuldade do cimento endodôntico escoar e preencher

todos os espaços. Dessa forma, visando um melhor preenchimento, redução de espaços vazios e penetração do cimento nos túbulos dentinários a ativação ultrassônica do cimento endodôntico é uma técnica que pode ajudar a resolver esses desafios encontrados para realizar uma obturação com melhor selamento e atividade antimicrobiana.

Um estudo *in vitro* analisou a influência da ativação ultrassônica em quatro cimentos endodônticos na qualidade do preenchimento do canal radicular. Foram utilizados quatro tipos de cimento à base de resina epóxica. Utilizaram 84 caninos humanos extraídos, os quais foram divididos em quatro grupos, conforme os diferentes cimentos. Quatro grupos foram subdivididos em dois grupos, sendo que um utilizou ativação ultrassônica após a inserção do cimento no canal radicular e o outro grupo não utilizou ativação ultrassônica na inserção do cimento. As raízes foram cortadas a 2, 4 e 6 mm do ápice e após análise microscópica constatou-se que a ativação ultrassônica melhorou a qualidade do preenchimento dos quatro cimentos utilizados. O estudo demonstrou que a ativação ultrassônica favoreceu a penetração do cimento na dentina, melhorando a adaptação na interface entre o cimento e as paredes do canal radicular. Segundo os autores, a quantidade de túbulos dentinários em que o cimento penetrou é mais relevante do que a profundidade de penetração do cimento. AH Plus, Acroseal, e Sealer 26 apresentaram maior penetração intratubular a 4 mm do ápice e AH Plus e Sealer 26 maior penetração a 6 mm do ápice. Quanto à adaptação na interface cimento e paredes do canal radicular, todos os cimentos apresentaram falhas, porém a utilização da ativação ultrassônica promoveu uma menor quantidade de falhas em todos cimentos a 4 e 6 mm do ápice e no cimento AH Plus a 2mm do ápice. A ativação ultrassônica não influenciou na presença de bolhas na massa obturadora. Dessa forma, o artigo conclui que a ativação ultrassônica promove um maior preenchimento dos túbulos dentinários pelo cimento obturador e redução de falhas na interface paredes dentinárias e cimento obturador (GUIMARÃES *et al.*, 2014).

Alcalde *et al.* (2017) em um estudo *in vitro* avaliaram a ação antimicrobiana intratubular e qualidade da obturação promovida pela agitação ultrassônica de um cimento obturador a base de resina epóxica. Para avaliar a qualidade da obturação foram utilizados 30 canais mesiais de molares inferiores com as mesmas características anatômicas, esses dentes foram divididos em dois grupos. No grupo 1, realizaram ativação ultrassônica do cimento obturador, já no grupo 2 não houve agitação ultrassônica após a inserção do cimento obturador. Após sete dias, as amostras foram cortadas a 2, 4 e 6 mm do ápice e avaliadas por um estereomicroscópio e por um microscópio eletrônico confocal a laser. Para avaliação da ação antimicrobiana intratubular utilizaram 30 incisivos bovinos, esses dentes foram preparados e contaminados pela bactéria *E.*



*faecalis*, divididos em três grupos, o primeiro com agitação ultrassônica do cimento obturador, o segundo sem agitação ultrassônica do cimento obturador e o terceiro foi o grupo controle que não recebeu tratamento. Após sete dias, as amostras foram cortadas longitudinalmente e avaliadas por um kit com marcadores de bactérias vivas e mortas e também por análise microscópica. Os autores concluíram que a ativação ultrassônica do cimento obturador melhorou a qualidade da obturação, tanto do canal, quanto das áreas de istmos, a adaptação do cimento/dentina e penetração intratubular do cimento. Além de elevar a capacidade antimicrobiana do cimento obturador.

Um estudo *in vitro* investigou a qualidade da obturação de um cimento endodôntico à base de silicato de cálcio (Endoseal MTA) ativado por ultrassom com uma técnica de obturação de cone único e comparou com um cimento resinoso, também exploraram o efeito da ativação ultrassônica com o cimento Endoseal MTA. Trinta pré-molares monorradiculares com canal achatado foram divididos em três grupos de acordo com a técnica de obturação e o cimento utilizado: G1 - técnica de obturação de cone único com o Endoseal MTA, G2 - técnica de obturação de cone único com o Endoseal MTA e ativação ultrassônica por 3 segundos e G3 - técnica de compactação vertical aquecida de um cimento resinoso. As análises foram feitas através de microtomografias computadorizadas e esteromicroscópio. Não houve diferença entre os grupos na análise microtomográfica. Já as análises microscópicas demonstraram menor quantidade de falhas na massa obturadora no grupo que utilizou a técnica de obturação de cone único com o Endoseal MTA e ativação ultrassônica. Assim, os autores concluíram que o Endoseal MTA teve uma performance melhor com a ativação ultrassônica (KIM *et al.*, 2018).

#### **4.6 Remoção de retentores intrarradiculares**

A necessidade de retratamento endodôntico de dentes com núcleo metálico fundido é um procedimento difícil de realizar, visto que exige a remoção do núcleo antes de iniciar o retratamento endodôntico. Durante esse procedimento há o risco de desgastar, perfurar ou fraturar o remanescente dentário já enfraquecido (GRAÇA *et al.* 2017). Dessa forma, procuram-se técnicas menos invasivas para remoção deste tipo de retentor. Nesse sentido, a remoção de um núcleo metálico fundido com vibração ultrassônica é o método de escolha atualmente.

A vibração ultrassônica leva a ruptura da linha de cimento que garante a retenção micromecânica do núcleo. Para remoção do núcleo deve-se levar em consideração número de porções intrarradiculares, comprimento, volume e nível de extensão em relação ao canal

radicular. O ideal é utilizar potência alta, irrigação abundante e aplicação em intervalos de tempos curtos sempre no mesmo ponto da porção coronária. Sempre que possível com um anteparo no lado oposto ao do inserto e mesma direção da força (KUNERT; MESQUITA; LOBATO, 2006).

A técnica de remoção de núcleo metálico fundido inicia com um desgaste da porção coronária do núcleo com brocas transmetal ou pontas diamantadas cilíndricas e/ou tronco-cônicas. Esse desgaste tem por objetivo diminuir o diâmetro da porção coronária, removendo os apoios do núcleo na câmara pulpar ou no remanescente dentinário cervical, deixando as paredes do núcleo paralelas e expondo a linha de cimento. Em sequência, insertos ultrassônicos finos (inserto E8 e E18D, Helse Ultrasonic) são inseridos na interface dentina radicular/núcleo metálico fundido, na linha de cimento, para levar a quebra desse cimento na porção cervical do canal. Em seguida, utilizando outro(s) inserto(s) ultrassônico(s) (E8 ou E12, Helse Ultrasonic) posicionado(s) na porção coronária de forma que fiquem em lados opostos. Por exemplo, um inserto posicionado na face vestibular mais próximo à mesial e incisal e outro inserto posicionado na face palatina mais próximo à distal e cervical. Caso não seja possível utilizar dois aparelhos ultrassônicos, posiciona-se apenas um inserto sempre com um anteparo do lado oposto (odontoscópio, por exemplo). Dessa forma, a vibração irá quebrar o cimento e possibilitar a remoção do núcleo metálico fundido. Em casos de dentes polirradiculares, antes da utilização do ultrassom, o núcleo metálico deve ser segmentado. Para molares superiores, a secção do núcleo dar-se-á no sentido mesiodistal. Para molares inferiores no sentido vestibulolingual. Em caso de dentes birradiculares, como os pré-molares superiores, a secção será no sentido mesiodistal. Esses procedimentos deverão ser realizados com brocas transmetal ou pontas diamantadas cilíndricas e/ou tronco-cônicas. Após a separação, com aplicação do ultrassom, remove-se uma porção do núcleo por vez, seguindo a mesma técnica utilizada em monorradiculares, iniciando com a porção que apresenta o retentor radicular mais curto ou menos volumoso.

Garrido *et al.* (2009) avaliaram diferentes protocolos de aplicação de ultrassom na remoção de núcleos cimentados com fosfato de zinco em um estudo *in vitro*. Foram utilizados 60 caninos inferiores que receberam o tratamento endodôntico e tiveram os núcleos modelados e cimentados de forma padronizada. As amostras dividiram-se em três grupos de acordo com as dimensões da porção coronária do núcleo: G1- porção coronária com 5mm de diâmetro e altura, G2- porção coronária 1,3mm de diâmetro e 5mm de altura e G3- porção coronária com 1,3mm de diâmetro e 3mm de altura. A porção radicular de todos os núcleos foi de 9mm. Os

grupos foram subdivididos em dois subgrupos de acordo com a aplicação do ultrassom: vibração em ponto (ultrassom aplicado no centro de cada face, V, L, M, D e I, por 5 segundos) e vibração alternada (aplicações intermitentes variando entre V e L por 10 segundos, D e M por 10 segundos e incisal 5 segundos). Para ambos os grupos o tempo de aplicação total do ultrassom foi de 25 segundos. Os resultados do teste de tração demonstraram que o G3 com menor diâmetro e altura do núcleo e que os subgrupos com vibração alternada precisaram de menos força de tração. Os autores observaram que redução da massa do núcleo facilita a dissipação das ondas ultrassônicas favorecendo a degradação da linha de cimento. Além disso, a técnica de vibração alternada obteve melhores resultados pelo fato de proporcionar uma fragmentação dinâmica do cimento nas diferentes faces. Dessa forma, o estudo conclui que o uso de procedimentos prévios ao ultrassom, como redução do diâmetro do núcleo, assim como o modo de aplicação do ultrassom, aumenta a eficácia da remoção de núcleos metálicos fundidos.

Um estudo *in vitro* avaliou a influência do cimento no tempo para remoção de núcleos metálicos fundidos. Trinta caninos humanos extraídos receberam tratamento endodôntico e tiveram núcleos metálicos cimentados. As amostras foram divididas em três grupos de acordo com o cimento utilizado, sendo eles: G1- fosfato de zinco, G2- ionômero de vidro e G3- cimento resinoso. Previamente ao uso do ultrassom, com pontas diamantadas realizou-se um desgaste da porção coronária do núcleo reduzindo o seu diâmetro e uma canaleta na linha do cimento, a vibração ultrassônica foi aplicada em todas as faces. O tempo de remoção foi cronometrado e analisado. O G3 necessitou de maior tempo para remover o núcleo e foi o único grupo que apresentou falha de remoção em duas amostras. O G2 foi o que teve uma remoção mais rápida. Sendo assim, os autores concluíram que o cimento utilizado influencia o tempo de remoção dos núcleos metálicas, entretanto, apesar da diferença no tempo, a maioria das amostras foi removida em um tempo relativamente curto (SOARES *et al.*, 2009).

Graça *et al.* (2017) através de um estudo *in vitro* compararam quatro técnicas diferentes para remoção de núcleo metálico fundido com o objetivo de analisar um novo protocolo de remoção de núcleo metálico fundido cimentado com fosfato de zinco em dentes polirradiculares com preparo de cavidade utilizando ponta diamantada na porção coronária do núcleo e aplicação de vibração ultrassônica. Utilizaram-se 40 molares inferiores, os quais receberam tratamento endodôntico com instrumentos rotatórios finalizando com o mesmo instrumento memória e comprimento de trabalho, após, os núcleos foram modelados. As amostras foram divididas em quatro grupos com 10 molares em cada grupo, sendo estes: controle (sem cavidade

e sem vibração ultrassônica), ultrassom (sem cavidade e com vibração ultrassônica na porção coronal), cavidade (com cavidade e sem vibração ultrassônica) e ultrassom-cavidade (com cavidade e vibração ultrassônica na cavidade). Houve diferença na tração entre todos os grupos, sendo o grupo ultrassom-cavidade o grupo que exigiu menos tração e o controle que exigiu maior tração. Assim, os autores concluíram que o protocolo testado reduz a força de tração necessária para remoção de núcleo metálico fundido.

#### **4.7 Retratamentos endodônticos**

Em casos de retratamento endodôntico a tecnologia ultrassônica auxilia na desobturação do canal radicular removendo material obturador já com os insertos ultrassônicos desenvolvidos especialmente para esta finalidade. Além disso, visto a capacidade da irrigação ultrassônica passiva na remoção de resíduos, lama dentinária e medicações intracanaís, alguns estudos buscam avaliar se essa técnica auxilia também a remoção do material obturador em casos de retratamento (CAVENAGO *et al.* 2014; CASTRO *et al.* 2018).

Pirani *et al.* (2009) em um estudo *in vitro* avaliaram por microscopia eletrônica de varredura a efetividade de três diferentes técnicas de retratamento (insertos ultrassônicos, instrumentos rotatórios NiTi e limas K-file manuais) na remoção de obturação utilizando guta percha ou Thermafil (Tulsa Dental Products). Utilizaram-se 36 dentes monorradiculares com comprimentos similares que receberam tratamento endodôntico, após foram divididos em dois grupos conforme o material utilizado para obturação (guta percha ou Thermafil), nos dois grupos o cimento utilizado foi o AH Plus. As amostras foram divididas novamente, dessa vez em três grupos conforme a técnica de retratamento: insertos ultrassônicos, instrumentos rotatórios NiTi e limas K-file manuais. A técnica ultrassônica consistiu em insertos ultrassônicos ESI em diferentes tamanhos montados em um aparelho Piezon 5 (Castellini). Em todos os grupos o instrumento memória foi o 40. Todas as amostras foram submetidas a análise por microscopia eletrônica de varredura. Os autores concluíram que todos os grupos apresentaram similar quantidade de *smear layer* e resíduos de material obturador. Em nenhum grupo houve remoção completa do material obturador.

Um estudo *in vitro* avaliou a eficácia do xilol e irrigação ultrassônica passiva nos remanescentes de material obturador em casos de retratamento de dentes com anatomia complexa. Utilizaram-se 12 molares inferiores com raízes mesiais curvas e forame único contendo área de istmo. Primeiramente, realizou-se tratamento endodôntico nas amostras, após

uma semana iniciou-se o retratamento que foi dividido em três etapas: 1- remoção de material obturador e reparo do canal, 2 – irrigação com 2 mL de xilol e 3 - irrigação ultrassônica passiva com hipoclorito de sódio a 2,5%. Após o final do tratamento endodôntico e de cada etapa do retratamento as amostras foram submetidas a micro-CTs. Todos os dentes continham restos de material obturador ao final dos procedimentos, não houve diferença entre o uso do xilol e a irrigação ultrassônica passiva. Ao final da etapa de irrigação ultrassônica passiva houve diminuição dos restos de material obturador quando comparado com o final da etapa mecânica. Os autores acreditam que o uso de xilol pode ter contribuído para posterior boa performance da irrigação ultrassônica passiva. O estudo concluiu que o material obturador não foi totalmente removido por nenhum procedimento de retratamento e que o uso de procedimentos adicionais após instrumentação mecânica pode levar a melhores resultados (CAVENAGO *et al.* 2014).

Barreto *et al.* (2015) avaliaram a eficácia da ativação ultrassônica de NaOCl e óleo de laranja para remoção de material obturador em canais mesiais de molares inferiores com ou sem istmos em um estudo *in vitro*. Utilizaram 30 molares inferiores, sendo que 15 apresentavam área de istmo. As amostras foram inicialmente desobturadas utilizando os instrumentos ProTaper Universal Retreatment e irrigação com NaOCl entre cada instrumento, após, foram divididas em seis grupos conforme a irrigação utilizada (Convencional, PUI/NaOCl e PUI/Óleo de Laranja) e presença ou ausência de área de istmo. Os canais foram reparados após a irrigação utilizando ProTaper Next instruments (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). A análise se deu através de micro-CTs após a desobturação inicial, protocolo de irrigação e reparo dos canais. Os autores observaram que todos os protocolos de irrigação reduziram o material obturador remanescente, entretanto, não houve diferença entre os três grupos. Além disso, a presença de área de istmo é um obstáculo anatômico impar em casos de desobturação.

Rosa *et al.* (2015) analisaram através de micro-CT a remoção do material obturador em três diferentes etapas do processo (remoção da obturação com os instrumentos ProTaper Universal Retreatment, reparo dos canais radiculares comparando instrumentos rotatórios e reciprocantes e após a ativação ultrassônica passiva). Foram utilizados 20 molares superiores que receberam tratamento endodôntico e foram obturados com a técnica de cone único utilizando o cimento AH Plus. Após, os dentes foram submetidos à micro-CT para avaliar o volume de material obturador remanescente. Então, foram utilizados os instrumentos ProTaper Universal Retreatment para desobturar os canais e os dentes foram novamente escaneados pela micro-CT. As amostras foram divididas em dois grupos para o reparo do canal. Metade dos dentes foram reparados com instrumentos rotatórios e outra metade com reciprocantes. Nova

micro-CT foi realizada. Por fim, irrigação ultrassônica passiva foi executada em ambos os grupos e o último escaneamento em micro-CT foi feito. Os autores concluíram que o formato do canal influencia na remoção da obturação, a remoção de material obturador com instrumentos rotatórios e reciprocantes é semelhante e que a irrigação ultrassônica passiva não melhora a remoção da obturação.

Castro *et al.* (2018) observaram em um estudo *in vitro* a eficiência da remoção de material obturador e nova obturação após diferentes técnicas de retratamento. Optaram por utilizar 40 raízes mesiais de molares inferiores, visto que pretendiam avaliar as áreas de istmos e como a curvatura afetaria o resultado do retratamento. Todas as amostras foram obturadas com a técnica de cone único e cimento AH Plus. Após, foram divididas em quatro grupos: PTR (instrumentos ProTaper Universal Retreatment somente com NaOCl), PTR + OO (instrumentos ProTaper Universal Retreatment com uma gota de solvente de óleo de laranja a cada troca de instrumento), PTR + PUI (instrumentos ProTaper Universal Retreatment com irrigação ultrassônica passiva com hipoclorito de sódio por 20 segundos a cada troca de instrumento) e o grupo controle que não foi retratado. Foram utilizados corantes nos cimentos obturadores, tanto na obturação antes do retratamento, quanto na obturação após o retratamento. As amostras foram cortadas horizontalmente a 2, 4 e 6 mm do ápice e analisadas microscopicamente. Em relação à área do canal, o grupo PTR + PUI apresentou menor quantidade de material obturador remanescente e após a nova obturação maior quantidade de cimento endodôntico no canal radicular, em comparação com os demais grupos. Os autores concluíram que nenhum dos protocolos foi capaz de remover completamente o material obturador, o uso de solvente não melhora a limpeza do canal radicular e a PUI reduz os restos de material obturador na área do canal.

Um estudo *in vitro* investigou o uso de insertos ultrassônicos como um método auxiliar para desobturação de dentes com canais ovalados. Utilizaram 45 incisivos inferiores divididos em três grupos: PFCP – ProDesign Logic 25/.05 + Flatsonic + Clearsonic + Prodesign Logic 40/.01; FCP – Flatsonic + Clearsonic + ProDesign Logic 40/.01; e PP – Prodesign Logic 25/.05 + Prodesign Logic 40/.05. A análise foi realizada através de micro-CT. Observaram que os grupos em que se utilizou os insertos ultrassônicos além da instrumentação rotatória tiveram um maior volume do canal radicular e menor área sem instrumentação. Dessa forma, concluíram que o uso de insertos ultrassônicos influencia o reparo de canais ovalados (RIVERA-PENÃ *et al.*, 2019).

#### 4.8 Cirurgias parentodônticas

O sucesso de uma cirurgia parentodôntica depende da localização, debridamento, preparo e obturação tridimensional do sistema de canais radiculares. Entretanto, a preparação, o desenho da cavidade apical e a secagem do campo são difíceis de obter. Apicectomia e preparos retroapicais tradicionalmente são executados com micropeças de mão e brocas, porém, instrumentos ultrassônicos proporcionam preparos mais profundos, menor risco de perfuração, menor necessidade de biselamento na osteotomia apical, melhor precisão e controle do operador, maior chance de executar o preparo no longo eixo dentário e menor necessidade de remoção óssea (MENUCCI NETO, 2006).

Um estudo *in vitro* comparou o preparo retrogrado de cavidades em dentes extraídos com insertos sônicos e diferentes insertos ultrassônicos para avaliar a integridade dos ápices. Utilizaram-se 95 dentes anteriores recentemente extraídos e que foram mantidos hidratados. Não se realizou tratamento endodôntico para não afetar a estrutura dentária. Todos os dentes foram avaliados previamente ao preparo através de moldagem do ápice e canal radicular e posterior análise microscópica, as amostras que já apresentavam micro fraturas antes do preparo cavitário foram excluídas do estudo, restando 80 amostras que foram divididas em cinco grupos conforme a anatomia do canal radicular, os quais foram subdivididos novamente conforme o tratamento que receberam: tratamento 1: inserto ultrassônico diamantado KIS #1, tratamento 2: inserto ultrassônico não diamantado S12/90, tratamento 3: inserto sônico não diamantado #16 Sonicretro e tratamento 4: inserto ultrassônico diamantado S12/90D. Após o tratamento, as amostras foram novamente avaliadas microscopicamente. Todos os grupos apresentaram irregularidades marginais. A utilização de um inserto ultrassônico não diamantado (tratamento 2) gerou maior número de irregularidades marginais e micro fraturas, provavelmente por ter sido utilizado por mais tempo, visto que tem um poder menor de corte (GONDIM JUNIOR *et al.*, 2002).

Tsesis *et al.* (2006) através de um estudo retrospectivo compararam o sucesso de cirurgias endodônticas utilizando duas técnicas de preparo apical. A primeira consistiu em um procedimento em que realizaram osteotomia e preparo cavitário retrógrado com brocas, já na segunda técnica utilizaram microscópio operatório, pontas diamantadas para osteotomia e insertos ultrassônicos para o preparo cavitário retrógrado. Para avaliar o sucesso levaram em consideração as características clínicas e radiográficas com um tempo médio de 11 meses após o procedimento conforme os registros nos prontuários. Obtiveram 88 dentes compatíveis com

os critérios de inclusão sendo que em 43 dentes o preparo apical foi realizado com brocas e 45 dentes com insertos ultrassônicos. A técnica com ultrassom obteve taxa de sucesso de 91%, enquanto a com brocas teve sucesso em 44%.

Rodriguez-martos *et al.* (2012) compararam microscopicamente, em um estudo *in vitro*, preparos cavitários realizados com insertos ultrassônicos diamantados e de aço inoxidável em diferentes intensidades. Foram utilizados 32 dentes anteriores, nos quais realizou-se tratamento endodôntico e obturação com a técnica de condensação lateral e cimento AH Plus. Após, as amostras foram cortadas a 3mm do ápice e foram examinadas para avaliar presença de fraturas. Os dentes foram divididos em quatro grupos: G1-insertos de aço inoxidável e frequência média (30KHz), G2- insertos de aço inoxidável e frequência alta (33 KHz), G3- insertos diamantados e frequência média (30KHz) e G4- insertos diamantados e frequência alta (33 KHz). As amostras foram analisadas microscopicamente. Não foi observada diferença no número de microtrincas relacionadas a frequência utilizada. Porém, insertos ultrassônicos diamantados geraram menor quantidade de microtrincas. Não é clara quais as consequências dessas fraturas clinicamente.



## 5 DISCUSSÃO

Com relação ao acesso cavitário, os sistemas ultrassônicos proporcionam excelente visibilidade do campo operatório. Quando comparados aos equipamentos de alta ou baixa rotação, as pontas ultrassônicas são menores do que as brocas esféricas e seus revestimentos abrasivos permitem um desgaste seletivo da dentina e calcificações durante a abertura coronária. As canetas ultrassônicas e os insertos possuem formas e curvaturas que facilitam a visualização qualificando a trepanação e melhorando o acesso (KUNERT; KUNERT, 2006).

Para a localização de canais calcificados e remoção de calcificações pulpares, observa-se que o uso de insertos ultrassônicos facilita a realização de casos complexos com calcificações pulpares, visto que oferece maior controle de corte e visualização da área por parte do operador. Desse modo, proporciona a sua remoção com mais segurança e previsibilidade. Além de facilitar a localização de canais de difícil acesso como canais mesivestibulares de molares superiores (MV2) e canais médio-mesiais em molares inferiores (Figura 3).

Figura 3 – Insertos ultrassônicos desenvolvidos para acesso cavitário e refinamento, além de localização de canais radiculares calcificados e remoção de nódulos pulpares.

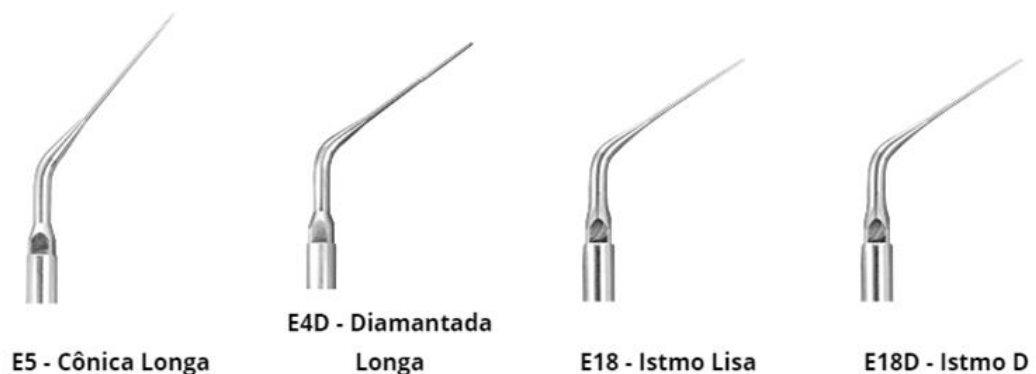


Fonte: Pontas...(2019)

No que diz respeito à remoção de obstruções intracanais como instrumentos fraturados e cones de prata, o uso de ultrassom, quando bem selecionado, contribui para elevar as taxas de sucesso dos tratamentos endodônticos, especialmente nos casos onde houve fraturas prévias de instrumentos. Isso ocorre porque os insertos ultrassônicos finos e delicados proporcionam o acesso ao instrumento fraturado com menor quantidade de desgaste dentinário e melhor visualização do campo operatório (Figura 4). Quando ocorre este tipo de acidente, o profissional deve levar em consideração a localização do instrumento fraturado, o momento da fratura, tipo

de instrumento, motivo/tipo da fratura, se era um caso de polpa viva ou necrosada. Entretanto, com planejamento adequado a técnica de remoção de instrumentos com auxílio do ultrassom tem se mostrado previsível e com altas taxas de remoção.

Figura 4 - Insertos ultrassônicos desenvolvidos para remoção de instrumentos fraturados e cones de prata.



Fonte: Pontas...(2019)

Sem dúvida, a potencialização dos efeitos antibacterianos e de dissolução tecidual das soluções irrigadoras consiste em uma das mais importantes aplicações do ultrassom em endodontia. Desse modo, diversos estudos têm demonstrado a efetividade da ativação ultrassônica do irrigante no que diz respeito ao potencial de limpeza do canal radicular. Embora, um estudo clínico tenha apontado para ausência de efeito da irrigação ultrassônica passiva na taxa de sucesso de dentes monorradiculares com necrose pulpar e lesão periapical crônica submetidos a tratamento endodôntico. Não há estudos clínicos avaliando o mesmo desfecho para dentes polirradiculares com maior quantidade de complexidades anatômicas. Porém, estudos laboratoriais utilizando estes mesmos dentes com complexidades tais quais curvaturas e áreas de istmo mostram efeito adicional da utilização do ultrassom na limpeza do sistema de canais. Portanto, o uso da irrigação ultrassônica passiva consiste em um potente auxiliar no processo de desinfecção de dentes com anatomia complexa. A Figura 5 traz o inserto Irrisonic (Helse Ultrasonics) usado para ativação da solução irrigadora. Este inserto apresenta diâmetro de ponta de 0,2 mm e conicidade .01.

No que diz respeito à ativação ultrassônica do cimento obturador, podemos concluir que a ativação ultrassônica melhora a qualidade da obturação em vários parâmetros, como a penetração do cimento nos túbulos dentinários, a adaptação marginal e o preenchimento de

irregularidades do canal radicular. Além de auxiliar o preenchimento de áreas de complexidade anatômica como istmos e ramificações. Dessa forma, um melhor selamento dos canais radiculares é obtido, dificultando novas contaminações ou a proliferação de microrganismos residuais que resistiram ao preparo químico mecânico.

Figura 5 - Inseto ultrassônico desenvolvido para agitação da solução irrigadora e do cimento endodôntico.



**E1 - Irrisonic**

Fonte: Pontas...(2019)

O ultrassom tem se mostrado uma excelente ferramenta para a remoção de retentores intrarradiculares. Em casos de pinos rosqueáveis, primeiramente, remove-se a porção coronária (núcleo de preenchimento) que recobre o pino até haver a exposição das roscas com um inseto ultrassônico fino (E8 Helse Ultrasonic). Após expor as roscas do pino inicia-se a vibração com um inseto ultrassônico de ponta achatada (E9 Helse Ultrasonic) posicionado lateralmente ao pino, realizando movimentos no sentido anti-horário (Figura 6). A vibração ultrassônica quebra a linha de cimento, facilitando a remoção do pino rosqueado. O procedimento é realizado sob irrigação constante. Para remoção de núcleos metálicos fundidos os insertos e a técnica é similar aos pinos metálicos rosqueáveis.

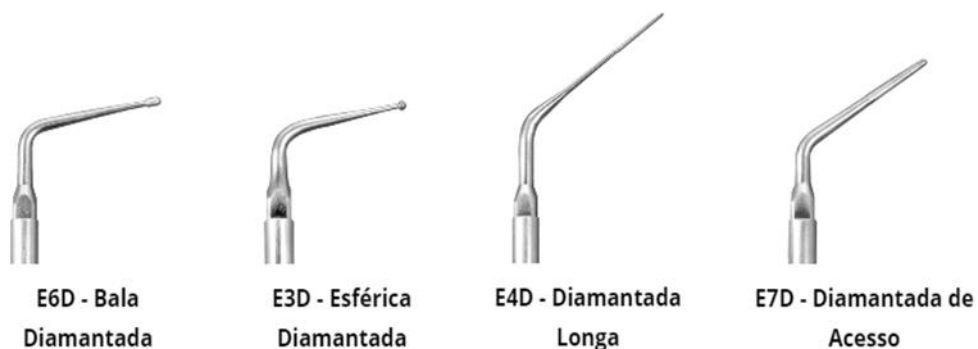
Figura 6 - Insertos ultrassônicos desenvolvidos para remoção de pinos metálicos rosqueáveis e núcleos metálicos fundidos.



Fonte: Pontas...(2019)

O ultrassom também pode ser utilizado na remoção de pinos de fibra de vidro. Nesses casos, inicia-se com um desgaste da porção coronária utilizando um inserto ultrassônico fino (E18D Helse Ultrasonic) até visualizar o pino de fibra e o cimento resinoso dentro do canal radicular. Em seguida, o pino dentro do canal é desgastado a partir de sua porção mais cervical com insertos ultrassônicos diamantados (E4D, E6D e E3D, Helse Ultrasonic) (Figura 7). Nesses casos, durante o desgaste do pino com os insertos ultrassônicos, não é necessária a irrigação constante. O ideal são aplicações por intervalos de tempo curtos e irrigação entre esses períodos, visto que os pinos de fibra de vidro e o cimento por serem compostos por matrizes resinosas acabam por “derreter” com a vibração ultrassônica e o calor gerado por ela.

Figura 7 – Insertos ultrassônicos desenvolvidos para remoção de pinos de fibra.

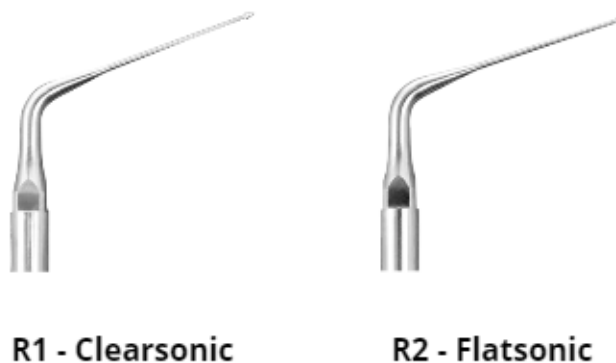


Fonte: Pontas...(2019)

Logo, conclui-se que o ultrassom facilita a remoção de núcleos metálicos fundidos, pinos rosqueáveis e pinos de fibra de vidro, possibilitando uma remoção conservadora e sem desgastes desnecessários de estrutura dentária. É importante levar em consideração o tipo de retentor intrarradicular e o cimento utilizado no planejamento do caso. Por fim, alguns estudos (GARRIDO *et al.*, 2009) demonstraram que procedimentos prévios são necessários para tornar esse processo mais fácil e menos agressivo as estruturas dentárias.

Com relação aos retratamentos endodônticos, a remoção completa do material obturador dos canais radiculares continua sendo um desafio, visto que, nos estudos citados, nenhum conseguiu remover completamente guta percha e cimento do sistema de canais radiculares. Entretanto, observa-se que a ativação ultrassônica tem apresentado melhores resultados em dentes com anatomias complexas e áreas de istmo. Ou seja, onde há dificuldade de instrumentação e áreas que o instrumento não consegue acessar. Assim, a ativação ultrassônica é uma alternativa para uma redução na quantidade de material obturador remanescente em casos de retratamentos endodôntico. Mais recentemente, insertos ultrassônicos foram desenvolvidos a fim de remover diretamente remanescentes de material obturador das paredes dos canais, como os insertos Flatsonic e Clearsonic (Helse Ultrasonics) (Figura 8).

Figura 8 – Insertos ultrassônicos desenvolvidos para remoção de material obturador em casos de retratamentos endodôntico.



Fonte: Pontas...(2019)

Finalmente, nos casos de cirurgias parendodônticas, o uso do ultrassom demonstra ser uma técnica menos invasiva, com maior controle de corte, possibilitando um desgaste preciso, além de facilitar o retropreparo, visto que os insertos ultrassônicos têm um ângulo que possibilita melhor adaptação e menos necessidade de desgaste para o acesso. Muito se avalia sobre as possíveis microtrincas geradas pelos insertos ultrassônicos na porção apical radicular, porém, não são claras as consequências clínicas disso.

Figura 9 – Insertos ultrassônicos utilizados em cirurgias parendodônticas.



Fonte: Pontas...(2019)

## **6 CONCLUSÃO**

Diante do exposto, podemos concluir que o ultrassom tem se mostrado uma excelente ferramenta para auxiliar na realização do tratamento endodôntico em suas diferentes etapas, aumentando a previsibilidade dos casos realizados, minimizando desgastes dentinários desnecessários e potencializando a limpeza do sistema de canais tanto em casos de tratamento quanto de retratamentos endodôntico.

## REFERÊNCIAS

- AHMAD, M.; ROY R. A.; KAMARUDIN, A. G. Observations of acoustic streaming fields around an oscillating ultrasonic file. **Endodontic Dental Traumatol**, v. 8, n. 5, p. 189-194, Aug. 1992.
- ALAÇAM, T. *et al.* Second mesiobuccal canal detection in maxillary first molars using microscopy and ultrasonics. **Australian Endodontic Journal**, v. 34, n. 3, p. 106-109, Dec. 2008.
- ALCALDE, M. P. *et al.* Intradental antimicrobial action and filling quality promoted by ultrasonic agitation of epoxy resin-based sealer in endodontic obturation. **Journal of Applied Oral Science**, v. 25, n. 6, p. 641-649, Dec. 2017.
- ALOMAIRY, K. H. Evaluating Two Techniques on Removal of Fractured Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments from Root Canals: An In Vitro Study. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 4, p. 559-562, Apr. 2009.
- BARRETO, M. S. *et al.* Efficacy of ultrasonic activation of NaOCl and orange oil in removing filling material from mesial canals of mandibular molars with and without isthmus. **Journal of Applied Oral Science**, v. 24, n. 1, p.37-44, 21 July 2015.
- BEUS, C. *et al.* Comparison of the Effect of Two Endodontic Irrigation Protocols on the Elimination of Bacteria from Root Canal System: A Prospective, Randomized Clinical Trial. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 11, p. 1479-1483, Nov. 2012.
- BUHRLEY, L. *et al.* Effect of Magnification on Locating the MB2 Canal in Maxillary Molars. **Journal of Endodontics**, v. 28, n. 4, p. 324-327, Apr. 2002.
- BUSANELLO *et al.* Passive ultrasonic irrigation in calcium hydroxide removal from root canals: a SEM/EDS analysis. **Journal of Research in Dentistry**, v 3, n. 3, p. 668-677, May/June 2015.
- CASTRO, R. F. de *et al.* Evaluation of the efficacy of filling material removal and re-filling after different retreatment procedures. **Brazilian Oral Research**, v. 32, p. 1-7, 13 Sept. 2018.
- CASTAGNA, F. *et al.* Effect of passive ultrasonic instrumentation as a final irrigation protocol on debris and smear layer removal-a sem analysis. **Microscopy Research And Technique**, v. 76, n. 5, p. 496-502, 1 Mar. 2013.
- CAVENAGO, B. C. *et al.* Efficacy of xylene and passive ultrasonic irrigation on remaining root filling material during retreatment of anatomically complex teeth. **International Endodontic Journal**, v. 47, n. 11, p. 1078-1083, 12 Mar. 2014.
- CUNHA, R. S. *et al.* Assessment of the Separation Incidence of Reciprocating WaveOne Files: A Prospective Clinical Study. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 7, p. 922-924, July 2014.



FU, M.; ZHANG, Z.; HOU, B. Removal of Broken Files from Root Canals by Using Ultrasonic Techniques Combined with Dental Microscope: A Retrospective Analysis of Treatment Outcome. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 5, p. 619-622, Maio 2011.

GARRIDO, A. D. B. *et al.* Evaluation of several protocols for the application of ultrasound during the removal of cast intraradicular posts cemented with zinc phosphate cement. **International Endodontic Journal**, v. 42, n. 7, p. 609-613, July 2009.

GONDIM JUNIOR, E. *et al.* Effect of Sonic and Ultrasonic Retrograde Cavity Preparation on the Integrity of Root Apices of Freshly Extracted Human Teeth: Scanning Electron Microscopy Analysis. **Journal of Endodontics**, v. 28, n. 9, p. 646-650, Sept. 2002.

GRAÇA, I. A. A. *et al.* Assessment of a Cavity to Optimize Ultrasonic Efficiency to Remove Intraradicular Posts. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 8, p.1350-1353, Ago. 2017.

GUIMARÃES, B. M. *et al.* Influence of Ultrasonic Activation of 4 Root Canal Sealers on the Filling Quality. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 7, p. 964-968, July 2014.

IQBAL, M. K.; KOHLI, M. R.; KIM, J. S. A Retrospective Clinical Study of Incidence of Root Canal Instrument Separation in an Endodontics Graduate Program: A PennEndo Database Study. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 11, p. 1048-1052, Nov. 2006.

JAIN, P. *et al.* Successful removal of a 16 mm long pulp stone using ultrasonic tips from maxillary left first molar and its endodontic management. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 17, n. 1, p. 92-95, 2014.

JESUS, S. F. de *et al.* Radiographic and Immunohistochemical Evaluation of Root Canal Treatment Using Different Irrigation Systems. **Brazilian Dental Journal**, v. 30, n. 2, p. 123-132, Mar. 2019.

JUSTO, A. M. *et al.* Effectiveness of Final Irrigant Protocols for Debris Removal from Simulated Canal Irregularities. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 12, p. 2009-2014, Dec. 2014.

KIM, J. *et al.* Root Canal Filling Quality of a Premixed Calcium Silicate Endodontic Sealer Applied Using Gutta-percha Cone-mediated Ultrasonic Activation. **Journal of Endodontics**, v. 44, n. 1, p. 133-138, Jan. 2018.

KUNERT, I. R.; KUNERT, G. G. O uso do ultrassom na Endodontia. In: MESQUITA, E. *et al.* **O ultrassom na prática odontológica**. São Paulo: Artmed, 2006. Cap. 5. p. 93-129.

KUNERT, I. R.; MESQUITA, E.; LOBATO, M. R. O uso de ultrassom nas remoções de aparelhos ou artefatos de prótese. In: MESQUITA, Edson *et al.* **O ultrassom na prática odontológica**. São Paulo: Artmed, 2006. Cap. 9. p. 203-215.

LAIRD W.; WALMSLEY A. Ultrasound in dentistry. Part I - biophysical interactions. **J. Dent**, v. 19, n.1, p. 14-17, 1991.

LEONARDO, M. R.; LEONARDO, R. T. **Endodontia: Conceitos biológicos e recursos tecnológicos**. 1. ed. São Paulo: Artes Médicas Ltda, 2009.

LIANG, Y. *et al.* Radiographic Healing after a Root Canal Treatment Performed in Single-rooted Teeth with and without Ultrasonic Activation of the Irrigant: A Randomized Controlled Trial. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 10, p. 1218-1225, Oct. 2013.

LOPES, H. P.; SIQUEIRA JÚNIOR, J. F. **Endodontia: Biologia e técnica**. 3. ed. Brasil: Guanabara Koogan, 2010.

MENUCI NETO, A. O uso do ultrassom em cirurgia. In: MESQUITA, Edson *et al.* **O ultrassom na prática odontológica**. São Paulo: Artmed, 2006. Cap. 11. p. 237-253.

MOREIRA, R. N. *et al.* Passive ultrasonic irrigation in root canal: systematic review and meta-analysis. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 77, n. 1, p. 55-60, 28 Sept. 2018.

MUNOZ, H. R.; CAMACHO-CUADRA, K. In Vivo Efficacy of Three Different Endodontic Irrigation Systems for Irrigant Delivery to Working Length of Mesial Canals of Mandibular Molars. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 4, p. 445-448, Apr. 2012.

NANJANNAWAR, G. S. *et al.* Pulp Stone - An Endodontic Challenge: Successful Retrieval of Exceptionally Long Pulp Stones measuring 14 and 9.5 mm from the Palatal Roots of Maxillary Molars. **Journal of Contemporary Dental Practice**, v. 13, n. 5, p. 719-722, Sept.-Oct. 2012.

PIRANI, C. *et al.* Effectiveness of Three Different Retreatment Techniques in Canals Filled With Compacted Gutta-Percha or Thermafil: A Scanning Electron Microscope Study. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 10, p.1433-1440, Oct. 2009.

PLOTINO, G. *et al.* Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 2, p. 81-95, Feb. 2007.

PONTAS da revolução ultrassônica. Helse Ultrasonic Br., 2019. Disponível em: <https://cart.helseultrasonic.com.br/>. Acesso em: 22 nov. 2019.

RIVERA-PEÑA, M. E. *et al.* Ultrasonic tips as an auxiliary method for the instrumentation of oval-shaped root canals. **Brazilian Oral Research**, v. 33, p. 1-12, 2019.

REMOÇÃO de instrumento quebrado: o desafio endodôntico. [S. l.], 2018. Originalmente publicado no portal Dentistry Today por Dr. Clifford J. Ruddle. Disponível em: <https://www.novaendovita.com/remocao-de-instrumento-quebrado-o-desafio-endodontico/>. Acesso em: 19 nov. 2019.

RODRIGUEZ-MARTOS, R. *et al.* Evaluation of apical preparations performed with ultrasonic diamond and stainless steel tips at different intensities using a scanning electron microscope in endodontic surgery. **Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal**, p. 988-993, 2012.

- ROSA, R. A. da *et al.* Micro-CT Evaluation of Root Filling Removal after Three Stages of Retreatment Procedure. **Brazilian Dental Journal**, v. 26, n. 6, p. 612-618, Dec. 2015.
- SILVA, E. J. N. L. *et al.* Effectiveness of passive ultrasonic irrigation on periapical healing and root canal disinfection: a systematic review. **British Dental Journal**, v. 227, n. 3, p. 228-234, Aug. 2019.
- SLUIS, L. W. M. van Der *et al.* Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 6, p. 415-426, June 2007.
- SOARES, J. A. *et al.* Influence of luting agents on time required for cast post removal by ultrasound: an in vitro study. **Journal of Applied Oral Science**, v. 17, n. 3, p. 145-149, June 2009.
- SUTER, B. A new method for retrieving silver points and separated instruments from root canals. **Journal of Endodontics**, v. 24, n. 6, p. 446-448, June 1998.
- SUTER, B.; LUSSI, A.; SEQUEIRA, P. Probability of removing fractured instruments from root canals. **International Endodontic Journal**, v. 38, n. 2, p.112-123, Feb. 2005.
- TOPÇUOĞLU, H. S. *et al.* The Effect of Different Final Irrigant Activation Techniques on the Bond Strength of an Epoxy Resin-based Endodontic Sealer: A Preliminary Study. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 6, p. 862-866, June 2014.
- TSEKIS, I. *et al.* Retrospective Evaluation of Surgical Endodontic Treatment: Traditional versus Modern Technique. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 5, p. 412-416, May 2006.
- VASCONCELOS, L. R. S. M. de *et al.* Effect of ultrasound streaming on the disinfection of flattened root canals prepared by rotary and reciprocating systems. **Journal of Applied Oral Science**, v. 25, n. 5, p. 477-482, Oct. 2017.
- WAGNER, M. H. *et al.* Final irrigation protocols may affect intraradicular dentin ultrastructure. **Clinical Oral Investigations**, v. 21, n. 7, p. 2173-2182, Nov. 2016.
- WARD, J. R.; PARASHOS, P.; MESSER, H. H. Evaluation of an Ultrasonic Technique to Remove Fractured Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments from Root Canals: An Experimental Study. **Journal of Endodontics**, v. 29, n. 11, p. 756-763, Nov. 2003.