

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

O USO DO ULTRASSOM NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO

MORGANA MARIA POSTAI



Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Odontologia

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Morgana Maria Postai

O USO DO ULTRASSOM NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a conclusão do Curso de Graduação em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi

Florianópolis

2017

Morgana Maria Postai

O USO DO ULTRASSOM NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de cirurgiã-dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 15 de maio de 2017.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr^a Thais Mageste Duque
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Tamer Ferreira Schmidt
Universidade Federal de Santa Catarina

“Grandes realizações são possíveis quando se dá importância aos pequenos começos.”

Lao-Tsé

AGRADECIMENTOS

A **Deus** por ser a luz que guia minhas escolhas e faz com que tudo aconteça no tempo certo.

Aos meus pais **Ademir** e **Idete** que não medem esforços para a realização dos meus sonhos, por acreditarem em mim e investirem na minha educação e por todo seu amor e compreensão.

Ao meu irmão **Vitor Hugo** por compartilhar as melhores memórias.

A todas as outras pessoas da minha **família** por todo incentivo e carinho.

Aos meus **amigos** e colegas que conheci na UFSC e que se tornaram minha família durante a graduação, obrigada por fazer meus dias mais alegres e pelo ombro amigo nos momentos difíceis. Em especial a minha dupla **Bruno Ferreira**, pelo companheirismo e aprendizado nesses anos de clínica.

À toda equipe de **professores** da Universidade Federal de Santa Catarina por contribuírem com a minha formação e serem meus grandes exemplos a seguir na profissão.

Agradeço ao meu orientador **Eduardo Antunes Bortoluzzi** por sua dedicação, paciência e sabedoria em transmitir seus conhecimentos.

A minha banca examinadora que dispôs seu tempo para colaborar com a conclusão do meu trabalho.

E a todos que de alguma forma contribuíram com meu trabalho e minha formação acadêmica.

RESUMO

Novas ferramentas para o uso clínico em Endodontia vem facilitando a resolução de casos complexos, com destaque para o ultrassom empregado em diferentes etapas do tratamento endodôntico. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura mostrando as diversas aplicações do ultrassom, tais como: acesso ao canal radicular, na irrigação dos canais radiculares, na aplicação de medicações intracanal e materiais retrobturadores, na remoção de retentores intrarradiculares, na remoção de instrumentos fraturados, na modelagem, na obturação e no retratamento do sistema canais radiculares. Para tanto foi realizada uma busca nas bases de dados PubMed, Scopus e Web of Science empregando os seguintes termos: "endodontic"; "ultrasonic" OR "ultrasound"; "access cavity"; "irrigation"; "smear layer"; "intraradicular post"; "broken instrument"; "obturation"; "root canal filling"; "retreatment". Alguns artigos referenciados nos manuscritos selecionados das bases de dados também foram incluídos na revisão. Após realizar essa revisão, concluímos que o aparelho de ultrassom deve fazer parte do conjunto de periféricos de um consultório odontológico e seus insertos devem ser considerados instrumentos endodônticos.

Palavras-chave: endodontia; ultrassom; aplicações.

ABSTRACT

New tools for the clinical use in Endodontics have been facilitating the resolution of complex cases, the ultrasound used in different stages of endodontic treatment is one of them. In this study a literature review was carried out on the different applications of ultrasound in Endodontics, such as: root canal access, irrigation of root canals, application of intracanal medications and root-end fillings materials, removal of intraradicular posts and fractured instruments, obturation and retreatment. Therefore we carried out a search in the databases PubMed, Scopus and Web of Science using the following terms: "endodontic"; "ultrasonic" OR "ultrasound"; "access cavity"; "irrigation"; "smear layer"; "intraradicular post"; "broken instrument"; "obturation"; "root canal filling"; "retreatment". Some articles referenced in the manuscripts selected from the databases were also included in the review. It is concluded that the ultrasound device should be part of the set of peripherals of a dental office and its inserts should be considered endodontic instruments.

Key-words: endodontic; ultrasonic; ultrasound; applications.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVOS.....	12
3 METODOLOGIA.....	13
4 DESENVOLVIMENTO.....	14
<i>4.1 Acesso ao canal radicular.....</i>	<i>14</i>
<i>4.2 Irrigação dos canais radiculares.....</i>	<i>16</i>
<i>4.3 Remoção de retentores intrarradiculares.....</i>	<i>21</i>
<i>4.4 Remoção de instrumentos fraturados.....</i>	<i>24</i>
<i>4.5 Aplicação e remoção de medicação intracanal.....</i>	<i>28</i>
<i>4.6 Obturação dos canais radiculares.....</i>	<i>32</i>
<i>4.7 Retratamento.....</i>	<i>35</i>
5 RESUMO DOS RESULTADOS.....	37
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
7 CONCLUSÕES.....	41
8 REFERÊNCIAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

O ultrassom é uma onda sonora com frequência acima de 20 kHz que não é capaz de ser detectada pelo ouvido humano. Ondas ultrassônicas são propagações mecânicas de energia em um meio, causando a vibração de partículas e transferindo essa energia para as moléculas adjacentes. Em meios fluidos e sólidos a propagação de energia pode ocorrer longitudinalmente, no sentido de deslocamento da onda ou transversalmente, perpendicular ao deslocamento da mesma. Quando uma onda atinge uma interface como, por exemplo, um tecido dental parte dela será refletida para o meio de origem e o restante será transmitido a uma velocidade que depende do meio de transmissão (LAIRD; WALMSLEY, 1991).

A geração do ultrassom se dá pela conversão de energia elétrica em ondas ultrassônicas de 2 formas: Magnetoestricção, que é o meio mais comum na geração de ultrassom de baixa frequência (25 KHz), ou por piezoelectricidade (frequência acima de 40 KHz). A Magnetoestricção nos aparelhos odontológicos é obtida pela aplicação de umampo magnético alternado, em tiras metálicas presentes numa peça de mão, que produzem sua vibração, que é transmitida as pontas ou insertos. (LAIRD, WALMSLEY, 1991; PLOTINO et al, 2007).

O sistema piezoelétrico faz com que estruturas cristalinas, como o quartzo, sob ação de um campo elétrico sofram uma alteração em sua forma convertendo energia elétrica em oscilações mecânicas que é repassada a ponta de trabalho. A deformação deste cristal não gera calor (PLOTINO, 2007). O método piezoelétrico apresenta algumas vantagens sobre o magnetoestritivo, como a não produção de calor, maior eficiência, menor consumo, corte mais preciso (linear) (CHEN et al., 2013).

Uma onda ultrassônica pode levar a alterações biológicas tais como: geração de calor, cavitação, microcorrente acústica ou forças de radiação. Pode ser dissipada na forma de calor levando à alteração da temperatura de um tecido dependendo do tempo ao qual é utilizado e a sensibilidade térmica que o tecido possui. A Cavitação é a atividade contínua da propagação de bolhas em um meio líquido. A energia gerada pode resultar em ondas de choque ou campos de cisalhamento hidrodinâmicos que podem levar a perturbação de tecidos biológicos, mecanismos utilizados na remoção da placa e cálculo dental (LAIRD; WALMSLEY, 1991).

A geração de calor produzida dentro do canal durante o uso de um instrumento ultrassônico pode ser conduzido através da dentina para o ligamento periodontal, osso e tecidos

moles, podendo provocar danos nesses tecidos, tais como a necrose, dependendo da intensidade ou da longa duração de sua utilização. Por isso requer uma irrigação adequada para manter a refrigeração durante todo o procedimento (WALTERS et al, 2007).

A microcorrente acústica acontece quando há rápida alteração no volume de uma bolha de ar dentro de um líquido, que resulta num complexo padrão de movimentação do líquido próximo da superfície da bolha. Esse fluxo contínuo irá produzir cisalhamento hidrodinâmico próximo ao objeto que está vibrando, que pode romper ou danificar células e tecidos biológicos (LAIRD; WALMSLEY, 1991).

Qualquer meio ou objeto no caminho de um feixe de ultrassom é submetido a uma força de radiação que tende a empurrar o material na direção da onda de propagação. Essa força é pequena, mas pode atuar sobre uma curta distância, fazendo com que as partículas do meio sejam direcionadas para as regiões de máxima amplitude de pressão acústica. Forças de radiação podem também aumentar a atividade cavitacional dentro de um campo de onda estacionária (LAIRD; WALMSLEY, 1991)

O ultrassom foi utilizado pela primeira vez na Odontologia para preparo de cavidades. O desejo de conseguir preparos cavitários de menor tamanho, conceito chamado de "Odontologia Minimamente Invasiva", fez com o ultrassom recebesse uma nova indicação. Embora a eficiência de corte não pudesse ser comparável com o da caneta de alta rotação, os instrumentos ultrassônicos tinham a vantagem de realizar preparos cavitários mais conservadores, e permitiam uma remoção de cárie menos dolorosa e geração de mínimo ruído, além de não danificar os tecidos moles (PLOTINO, 2007; CHEN et al., 2013). Entretanto, o ultrassom se tornou popular somente em 1955, quando começou a ser utilizado para remover placa e depósitos de cálculo das superfícies dos dentes (MOZO et al., 2012).

Atualmente existem disponíveis no mercado diversas pontas de ultrassom, também chamadas de insertos, para diferentes dispositivos. Estes são empregados em diversos tipos de tratamentos odontológico nas diferentes áreas, como na Dentística Restauradora, Prótese, Periodontia, Endodontia, Ortodontia, Cirurgia Bucomaxilofacial e Diagnóstico Bucal (CHEN et al., 2013).

Na Endodontia o ultrassom foi introduzido por Richman em 1957, o qual desenvolveu um inserto ultrassônico para preparo dos condutos radiculares (PLOTINO, 2007). Em 1976

Martin descreveu um mecanismo de desinfecção do canal radicular chamado “EndoSonic”, onde por meio da aplicação de um instrumento ativado ultrassonicamente proporcionava um efeito sinérgico da substância irrigadora.

O ultrassom é utilizado em diferentes etapas do tratamento endodôntico, como no acesso ao canal radicular, na irrigação dos canais radiculares, na remoção de retentores intrarradiculares e de instrumentos fraturados, na aplicação e remoção de medicação intracanal, na obturação dos canais radiculares e no retratamento endodôntico. Devido as diversas aplicações do ultrassom na Endodontia uma constante atualização sobre assunto se faz necessária.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

Fazer uma revisão de literatura sobre o uso do ultrassom em endodontia.

2.2 Objetivo específico:

Relacionar os estudos que empregaram o ultrassom nas seguintes etapas do tratamento não cirurgico:

- Acesso ao canal radicular;
- Irrigação dos canais radiculares;
- Remoção dos retentores intrarradiculares;
- Remoção de instrumentos faturados;
- Aplicação e remoção de medicação intracanal;
- Obturação dos canais radiculares;
- Retratamento endodôntico.

3 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foi realizado um levantamento bibliográfico, buscando a literatura relevante sobre o tema. Foram selecionados artigos na língua inglesa, dando preferência aos publicados nos últimos 10 anos. As buscas pelos artigos foram realizadas nas bases de dados PubMed, Scopus e Web of Science empregando os seguintes termos: "endodontic"; "ultrasonic" OR "ultrasound"; "access cavity"; "irrigation"; "smear layer"; "intraradicular post"; "broken instrument"; "obturation"; "root canal filling"; "retreatment". Alguns artigos referenciados nos manuscritos selecionados também foram incluídos na revisão.

Os artigos foram coletados por meio do portal de periódicos da CAPES (www.periódicos.capes.gov.br), disponibilizado pela UFSC. Após leitura dos resumos, foram separados aqueles que apresentavam conteúdo relevante e apropriado ao tema da revisão, os quais foram lidos na íntegra e resumidos. Outros artigos colaboraram para a formulação da introdução e do desenvolvimento da revisão, uma vez que abordavam aspectos históricos antecedentes e interessantes sobre o assunto.

4 DESENVOLVIMENTO

Neste trabalho, a revisão da literatura foi dividida de acordo com aplicações do ultrassom nas diferentes etapas do tratamento endodôntico. Ao fim do texto foi realizado um agrupamento das informações sobre os artigos em forma de tabela para melhor visualização dos resultados obtidos.

4.1 Acesso ao canal radicular

É necessário obter-se um bom acesso para poder visualizar o orifício de entrada de cada canal e permitir que os instrumentos possam acessá-lo livremente, sendo que em alguns casos é necessário modificar a forma de contorno quando há suspeita de canais adicionais. O acesso é individual para cada dente, dependendo de parâmetros como o grau de curvatura do canal, a posição do ápice em relação à ponta da cúspide, comprimento do canal, grau de calcificação, tamanho e forma dos canais, além da posição do dente nos maxilares influenciando o desenho da cavidade de acesso.

As radiografias periapicais são valiosas, porém apresentam limitações, podendo não revelar todas as informações necessárias. Bifurcações de canal, canais acessórios e deltas apicais podem não estar evidentes. Por isso devem ser associadas a um bom exame clínico e meios adicionais facilitadores. Um desses meios seria o uso do ultrassom. O uso de pontas ultrassônicas contendo abrasivos na sua ponta remove dentina conservadoramente, pois o tamanho de sua ponta chega a ser 10 vezes menor do que as menores brocas esféricas, podendo ser utilizada nas paredes e assoalho da câmara pulpar para procurar orifícios do canal. Essa opção elimina o uso de peça de mão que muitas vezes obstrui a visão do operador, permitindo uma melhor visualização direta, evitando também o risco de perfuração (MOHAMMADI et al., 2016).

Os dispositivos ultrassônicos são vantajosos na localização do canal méso-palatino (quarto canal) de molares superiores pelo efeito de cavitação e quando associados ao uso do

microscópio operatório essas vantagens são ainda maiores. STROPKO (1999) revelou que quando a microscopia e ultrassom foram utilizados juntos, a chance de encontrar os canais méso-palatino aumentou para 93%.

Canais radiculares não encontrados podem resultar em falha endodôntica. Um quarto canal adicional oculto pode ser encontrado em até 93,5% dos casos em molares superiores (KULILD; PETERS, 1990). A capacidade de ampliação que o microscópio proporciona e uso de equipamentos de precisão para guiar o acesso são capazes de aumentar a taxa de sucesso do tratamento.

Godfrey et al. (2013) compararam a eficácia de corte de dentina de quatro pontas de ultrassom de uso comum no acesso à câmara pulpar: CPR-3D (Obtura Spartan, Algonquin, IL), BL 6A (B&L Biotech, Bala Cynwyd, PA), PUENDO2 (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK), e WH1 (eie2, San Diego, CA). As pontas foram ativadas em um mesmo equipamento de ultrassom e na mesma potência recomendada pelo fabricante. Os autores concluíram que a ponta CPR-3D removeu significativamente maior quantidade de dentina quando comparado com as outras, e isto pode estar ligado a sua estabilidade, forma e topografia.

Em 2014, Sujith et al. realizaram um estudo in vivo, para localizar o quarto canal em 60 molares superiores empregando ampliação por meio de um microscópio operatório (DOM[®], Carl Zeiss, Astrazenca, Bangalore) e pontas ultrassônicas (ProUltra Endo Tips[®], Dentsply Tulsa Dental, Astrazenca, Bangalore). Durante o uso das pontas ultrassônicas, uma calha de 3 mm de comprimento foi preparada a partir do canal méso-vestibular (MV) em direção ao canal palatino e reexaminada sob microscópio operatório para localização do canal. Quando o canal foi localizado, negociou-se incrementalmente com limas K, sendo fotografado por meio do microscópio operatório e posteriormente radiografado. A olho nu, o quarto canal foi localizado em 12 dentes, com o uso do microscópio operatório em 21 dentes adicionais; e com o uso combinado da ponta ultrassônica/microscópio operatório, foi localizado em nove dentes a mais. Houve diferença estatística significativa entre os métodos empregados ($P < 0,001$). O quarto canal estava localizado a uma distância de 5 mm do canal MV na maioria dos casos.

Além de facilitar a localização de canais, removendo dentina secundária e reacional depositada em contato com o assoalho da câmara pulpar, o ultrassom é utilizado para remoção de

calcificações pulpares. A forma mais adequada de tratar esta patologia é associar a magnificação ao ultrassom. A magnificação da imagem, somada com uma melhor iluminação do campo operatório, melhora a visualização dessas calcificações e do assoalho da câmara pulpar. Os insertos de ultrassom realizam desgastes conservadores, minimizando erros durante a remoção desses nódulos.

4.2 Irrigação dos canais radiculares

O uso ultrassom tem sido utilizado em diversas etapas do tratamento endodôntico. Na irrigação, a literatura descreve dois tipos de utilização. Uma é a combinação simultânea de irrigação ultrassônica e instrumentação (CUI) e outra sem instrumentação simultânea, conhecida como irrigação ultrassônica passiva (PUI).

O termo PUI foi primeiramente utilizado por WELLER et al. em 1980. O termo passiva sugere ação não cortante de lima ativada ultrassonicamente. Na PUI, a energia é transmitida da lima para o irrigante com suaves oscilações por meio de ondas ultrassônicas que induzem dois fenômenos físicos: a microcorrente acústica e cavitação da solução irrigante. A microcorrente é um movimento rápido do fluido em formato circular em torno da vibração da lima. A cavitação é definida como a criação de bolhas de ar ou a expansão, contração e / ou distorção de bolhas pré-existentes em um líquido (MOZO et al., 2012).

A PUI pode ser utilizada de duas maneiras diferentes na irrigação, de forma contínua ou intermitente. Na primeira, a solução irrigadora é continuamente distribuída dentro do canal favorecendo uma melhor ativação do irrigante, que permite diminuir o tempo de irrigação. Na forma intermitente, o fluxo intermitente ajuda na remoção de detritos e dissolução pulpar com mais eficácia (VAN DER SLUIS, WU, WESSELINK, 2009).

Na irrigação ultrassônica passiva, as limas oscilam com frequências de 25-30 kHz. As pontas acionadas operam em vibração transversal, estabelecendo uma característica de padrão de nós, que são pontos de mínima oscilação e antinós, pontos de máxima oscilação, ao longo de seu comprimento (VAN DER SLUIS, WU, WESSELINK, 2007).

Al-ali, Sathorn e Parashos (2012) utilizaram canais mesiais de molares inferiores para comparar a remoção da smear layer e remanescentes pulpares, valendo-se de diferentes

protocolos de irrigação final. Cento e sete canais foram instrumentados com o sistema rotatório Mtwo até a lima #40/.04, e a cada troca de instrumento, o canal foi irrigado com 1 mL de NaOCl 1%. Posteriormente, foram divididos aleatoriamente em quatro grupos: G1 – irrigação convencional com agulha 27 gauge e agitação manual com 5 mL de NaOCl 1% por 1 min + 3 mL de EDTA 15% por 1 min + 5 mL de NaOCl 1%; G2 – mesmo protocolo do G1, mas o NaOCl e o EDTA foram agitados com o sistema CanalBrush + 5 mL de NaOCl 1%; G3 – mesmo protocolo usado no G1, mas a irrigação foi ultrassônica passiva (PUI). O tempo total de irrigação foi de 5 min para os grupos 2, 3 e 4, enquanto para o G1 foi de 4 min. Os dentes foram clivados longitudinalmente e avaliados em MEV com aumento de 2000x. Observou-se nos resultados que os grupos que utilizaram PUI e CanalBrush apresentaram resultados estatisticamente superiores ao grupo alternado (G3), que foi superior ao grupo convencional. Os autores puderam concluir que o grupo CanalBrush foi mais eficiente na remoção de debris e smear layer, enquanto o grupo alternado, foi melhor na remoção dos restos pulpares, e que novos estudos devem ser feitos para aprimorar o protocolo de irrigação dos canais radiculares.

Merino et al. (2013) compararam o efeito da irrigação ultrassônica passiva e de um sistema sônico na penetração de irrigantes até o CT. Canais mesiais curvos de 68 molares inferiores foram divididos em dois grupos experimentais (n = 34): G1 – instrumentados até o diâmetro apical #30, taper 0,04 e G2 (n = 34) até o diâmetro apical #30, taper 0,08. Posteriormente os canais foram irrigados com 1,5 mL de contraste radiográfico misturado com NaOCl 5,25% (1:1). Os grupos foram divididos em subgrupos A e B (n = 15), onde a solução foi ativada pela PUI (Irri-S #25) e por um sistema sônico (EndoActivator), respectivamente, por um período de 30 s. Foram comparadas radiografias pré-operatórias e pós-irrigação que foram analisadas por meio de software para medir o nível de penetração da solução irrigante em relação ao comprimento de trabalho. Os resultados demonstraram que a PUI promoveu significativamente maior penetração de irrigante quando comparada com o sistema sônico. O aumento da conicidade (0,08) não resultou em diferenças entre os sistemas de ativação.

Ordinola-Zapata et al. (2014) compararam a capacidade de remoção de biofilme da PUI, do sistema sônico Endoactivator, da irrigação convencional por agulha e da irrigação ativada por laser em conjunto com NaOCl a 6%. Cinquenta blocos de dentina bovina estéreis (2 x 2 mm) foram infectados por meio de um dispositivo ortodôntico. Os espécimes foram divididos

aleatoriamente em cinco grupos ($n = 10$) de acordo com o protocolo de irrigação final utilizado. G1: irrigação convencional, G2: sistema sônico (Endoactivator), G3: PUI, G4: irrigação ativada por laser (PIPS) e G5: água destilada (controle). Cavidades de 3 x 3 mm foram confeccionadas em 10 incisivos bovinos a 3 mm do forame apical para receber os blocos de dentina. Todos os canais foram irrigados inicialmente com 4 mL de NaOCl 6% por 4 min, seguida por 1 mL de NaOCl 6% e pela técnica de irrigação experimental por 20 s, com 2 repetições (total de 3 mL por 60 s). Os blocos de dentina foram separados da raiz e observados por meio de MEV com ampliação de 2400x. Utilizou-se uma escala em que a pontuação 1 significava dentina limpa ou bactérias recobrando menos de 5% da dentina e ausência de biofilme e a 4, em que biofilme e células microbianas apresentavam-se recobrando de 67 a 100% da dentina. Os resultados mostraram que as amostras do grupo controle (água destilada) apresentaram uma espessa camada de biofilme cobrindo a dentina. Os escores da PUI foram inferiores aos escores do sistema sônico e da irrigação convencional por agulha.

Spoorthy et al. em 2013, avaliaram o efeito de um sistema de irrigação por pressão apical negativa (EndoVac), PUI e uma combinação de ambos na penetração de solução irrigadora contrastante até o CT e em canais laterais simulados em 64 incisivos centrais humanos. Os canais foram preparados pelo sistema Protaper até F4. Após o preparo, todos os dentes sofreram diafanização e, durante o processo, canais laterais simulados foram criados a 2, 4 e 6 mm do comprimento de trabalho com limas #06. Os espécimes foram então divididos em 4 grupos: G1 – irrigação convencional com agulha; G2 – PUI (IrriSafe #25) por um período de 30s na potência 5; G3 – irrigação por pressão negativa apical (EndoVac) e G4 – EndoVac + PUI. Todos os espécimes foram fotografados com câmera digital. As amostras foram classificadas com base na penetração de contraste até o CT e nos canais laterais simulados. Os resultados demonstraram que o contraste atingiu o comprimento de trabalho em 100% das amostras no G3 e G4, 37,5% no G2 (PUI) e 25% no G1. Na análise de penetração nos canais laterais, a PUI foi superior estatisticamente à irrigação convencional em todos os níveis.

Annil et al. (2014) compararam a eficácia da PUI contínua e intermitente na remoção de debris dentinários de canaletas artificiais realizadas nas paredes do canal radicular de 75 caninos superiores. As canaletas foram preenchidas por debris formados pela mistura de raspas de dentina com NaOCl 2% por 10 min. Os espécimes foram divididos em 5 grupos experimentais

que receberam irrigação com NaOCl 2%: nos grupos 1 e 2 foi realizada a PUI contínua (irrigação partindo direto da peça de mão), e nos grupos 3 e 4 foi realizada a PUI intermitente (irrigação manual por meio de seringa). Nos 4 grupos o tempo de ativação ultrassônica foi de 1 min e entre os grupos da mesma técnica (contínua ou intermitente) foram aplicados tempos de irrigação diferentes, de 1,5 e 3 min. No grupo 5 foi realizada a irrigação convencional com seringa e agulha por 1 min. Imagens das canaletas artificiais foram obtidas por meio de por meio de microscópio ótico com aumento de 40x. Um sistema de escore de 1 a 5 foi utilizado para mensurar a quantidade de debris remanescentes. Os resultados demonstraram que a PUI promoveu uma melhor remoção de debris em relação à irrigação convencional, e que os métodos de irrigação contínua foram melhores que os intermitentes. O tempo de irrigação não influenciou estatisticamente os resultados.

No ano de 2014, Justo et al. avaliaram a eficácia da PUI na remoção de debris de irregularidades simuladas (canaletas) no terço apical de 90 canais radiculares bovinos, utilizando solução salina, NaOCl 2,5% e Clorexidina 2%. Os espécimes foram divididos em 3 grupos experimentais principais (n = 28), de acordo com a solução utilizada, que por sua vez foram divididos em 2 subgrupos baseados na utilização ou não da PUI, resultando em 6 grupos com 14 espécimes cada um. Seis espécimes foram utilizados como controle. As canaletas artificiais foram preenchidas por raspas de dentina misturadas com 0,1 mL da respectiva solução a ser utilizada durante a irrigação final. O protocolo de irrigação para todos os grupos foi: 6 mL da solução testada + 5 mL de EDTA 17% + 2 mL da solução. Quando utilizada, a PUI foi realizada durante 1 minuto (3 ativações de 20 segundos) previamente ao uso do EDTA. Imagens das canaletas artificiais foram obtidas por meio de MEV com aumento de 40x. Utilizou-se uma pontuação de 1 a 4 para a avaliação da remoção de detritos, sendo que 1 representava remoção total e 4, repleto de detritos. Os resultados mostraram que todos os grupos apresentaram menores escores quando a PUI foi utilizada e que a remoção de debris não foi afetada pelo tipo de solução utilizada.

Thomas et al. (2014) avaliaram a eficácia de um dispositivo EndoVac modificado em comparação com o EndoVac, PUI e irrigação convencional na limpeza de istmos a 2 e a 4 mm do CT, das raízes mesiais de 64 molares inferiores. Os espécimes foram divididos em 4 grupos (n = 16) de acordo com o método de irrigação utilizado: G1 – Irrigação convencional; G2 –

EndoVac; G3 – EndoVac modificado e G4 – PUI. Todos os canais receberam um total de 8 mL de NaOCl 5,25% e 2 mL de EDTA 17%. Foram comparadas imagens axiais das regiões de istmos tomadas antes e após o preparo dos canais e após a irrigação final, em relação à porcentagem de redução de debris após o preparo e após a irrigação final. A análise revelou uma diferença significativa na redução de debris após o preparo e após o protocolo de irrigação final em todos os grupos. O protocolo de irrigação final promoveu maior limpeza em todos os grupos. A PUI e os dispositivos EndoVac foram superiores à irrigação convencional na limpeza dos istmos.

Mozo et al. (2014) compararam a capacidade de remoção de debris e a abertura dos túbulos dentinários de 40 dentes humanos unirradiculados promovidas por meio da irrigação convencional e da PUI utilizando 3 diferentes tipos de pontas (Irrisafe #20 e 25 e lima K # 25). Os dentes foram divididos 4 grupos (n = 10) de acordo com a técnica de irrigação final: Grupo A – Irrigação convencional com agulha e sem agitação ultrassônica e Grupos B, C e D – PUI com ponta Irrisafe 20, Irrisafe 25 e lima K 25, respectivamente. Os canais dos grupos B, C e D foram irrigados com 5 mL de NaOCl 2,5% seguido por ativação ultrassônica intermitente (3 ciclos de 20 segundos, totalizando 1 minuto). Entre os ciclos, os canais foram irrigados com 2 mL de NaOCl. Após a irrigação final, a parede do canal radicular foi examinada a 10, 6 e 2 mm do limite coronal por meio de MEV com aumento de 1000x em relação à quantidade de debris e à abertura dos túbulos dentinários. Os resultados mostraram menores escores de debris quando a PUI foi utilizada, com diferença significativa em relação à irrigação convencional nos terços cervical e apical. Em relação à abertura dos túbulos, a PUI promoveu estatisticamente maior abertura do que a irrigação convencional.

Schmidt et al. (2015) avaliaram a eficácia de PUI em solução de 17% de EDTA e 1% de NaOCl na remoção da lama dentinária de 32 pré-molares humanos. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos (n = 8) de acordo com o protocolo de irrigação final utilizado. Os canais de todos os grupos receberam 3 mL EDTA 17% por 3 min e 3 mL de NaOCl 1% por 3 min, sendo o G1 representado pela irrigação convencional, o G2 pela PUI no EDTA, o G3 pela PUI no NaOCl e o G4 pela PUI no EDTA e no NaOCl. Foram avaliadas, por meio de software, imagens de MEV com aumentos de 1000x dos terços cervical, médio e apical em relação à porcentagem de área de túbulos abertos em relação à área total. Apesar de não

apresentar diferença estatística, na região apical a porcentagem de área de túbulos dentinários abertos foi maior nos grupos que utilizaram a PUI em comparação com a irrigação convencional.

Castelo-Baz et al. (2016) compararam os efeitos de três sistemas de irrigação sobre a penetração de irrigantes no canal principal e em canais laterais simulados criados a 2, 4 e 6 mm do CT em raízes curvas diafanizadas de 60 incisivos laterais. Os dentes foram divididos em 3 grupos (n = 20) de acordo com o método de irrigação: G1 – irrigação por pressão positiva (seringa e agulha); G2 – PUI e G3 – irrigação ultrassônica contínua (CUI). Utilizou-se uma solução de contraste contendo NaOCl a 5% (80%) e tinta chinesa (20%), e volume total de 6 mL para todos os grupos. O tempo de irrigação foi de 1 min para o G1 e o tempo ativação ultrassônica foi de 1 min para o G2 e G3. As amostras foram avaliadas por meio de microscópio operatório em relação à penetração do contraste até o CT e em relação ao número de canais laterais atingidos até ao menos 50% de seu comprimento. Observou-se estatisticamente uma melhor penetração da solução de contraste nos grupos com ativação ultrassônica em comparação com a irrigação convencional, tanto no CT como nos canais laterais, em todos os níveis. O contraste não atingiu o CT nas amostras do grupo 1, atingiu 40% no grupo 2 (PUI) e 90% no grupo 3 (CUI). A penetração nos canais laterais foi de 0% no grupo 1, 46% no grupo 2 (PUI) e 92% no grupo 3 (CUI).

4.3 Remoção de retentores intrarradiculares

Diversas técnicas e instrumentos tem sido indicados para remoção de retentores intrarradiculares: o uso de brocas, instrumentos rotatórios, dispositivos capazes de envolver os retentores e puxá-los para fora da raiz, e também o emprego do ultrassom. A vibração causada pelo ultrassom leva a fragmentação do cimento presente entre o retentor e a dentina, facilitando a sua remoção, sendo uma técnica eficiente, veloz e segura, pois preserva a integridade da raiz sem necessidade de desgastes na dentina (CASTRISOS; ABBOT, 2002). A eficácia está relacionada com a intensidade e o movimento da vibração, do tipo de ponta utilizada, e da maneira em que a ponta é aplicada sobre o retentor (DIXON, 2002).

Garrido et al. (2009) realizaram um estudo para avaliar diversos protocolos de aplicação de ultrassom durante a remoção de pinos fundidos cimentados com fosfato de zinco. Sessenta

caninos mandibulares foram selecionados. Os canais foram obturados com cones de guta-percha e cimento Sealer 26 (Dentsply-Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) pela técnica de compactação lateral. Os espécimes foram distribuídos aleatoriamente em três grupos ($n = 20$) de acordo com o diâmetro e a altura do núcleo: Grupo 1 - núcleo com 5 mm de diâmetro e 5 mm de altura e pino com diâmetro de 1,3 mm; Grupo 2 - núcleo com o mesmo diâmetro do pino (1,3 mm) e 5 mm de altura; Grupo 3 - núcleo com o mesmo diâmetro de pino (1,3 mm) e 3 mm de altura. Os pinos foram cimentados com cimento de fosfato de zinco (LS, Vivadent, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Cada grupo foi dividido em dois subgrupos de acordo com a aplicação da vibração ultrassônica: subgrupo A - (vibração pontual) - aplicação de ultrassom no centro de cada face do pino, durante 5 s em cada face (V, L, M, D e I), totalizando 25s; Subgrupo B - (vibração alternada) - vibração ultrassônica com aplicação intermitente da ponta, durante 10 s nas faces V e L, alternadamente, 10 s em faces M e D e 5s na face incisal, totalizando 25s. A vibração ultrassônica foi realizada com um dispositivo de ultrassom ENAC, modelo OE-5 (Osada Electric Co., Ltd, Tóquio, Japão), ativado com potência máxima (30 kHz), utilizando uma ponta ST-09. Após a vibração, os espécimes foram submetidos a um teste de tração numa máquina de ensaio Universal (Instron 4444, Instron Corporation, Canton, MA, USA). Uma força de tração crescente foi aplicada ao núcleo, até que o pino foi completamente separado da raiz. Os resultados para as forças de tração máxima, em Newtons, foram submetidos a testes estatísticos através de análise de variância e teste t. Com o auxílio de uma lupa estereoscópica (Stemi 2000-C, Zeiss, Jena, Alemanha), com ampliação de 25x, foram avaliadas os tipos de falhas ocorridas (adesiva, coesiva ou mista). Houve diferença estatística entre a configuração do núcleo e forma de aplicação da vibração ultrassônica e entre todos os grupos relacionados às preparações de núcleo ($p < 0,05$). A média mais baixa para a força de tração foi obtida para o grupo 3 ($46,1 \pm 7,7$ N), seguida do grupo 2 ($89,0 \pm 2,7$ N) e do grupo 1 ($160,4 \pm 7,5$ N). Valores médios baixos foram observados no grupo com pequeno diâmetro e altura do núcleo. Em relação aos métodos de vibração, a vibração alternada foi superior a pontual ($p < 0,05$), com valores médios de $81,1 \pm 10,1$ N e $115,9 \pm 9,5$ N, respectivamente. Observou-se a presença de cimento nas paredes dos pinos e dos canais em todos os espécimes, ou seja, houve falha coesiva em todos os casos.

Em 2012, Braga et al. compararam diferentes modos de vibração ultrassônica para remoção de pinos intrarradiculares. Três grupos foram formados, um controle, sem nenhuma

aplicação ultrassônica, um com a ponta de ultrassom posicionada perpendicularmente a superfície do núcleo e próximo a borda incisal, e outro com a ponta posicionada perpendicularmente a superfície do núcleo na região cervical, perto da linha de cimentação. Foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os três grupos. As amostras submetidas à vibração ultrassônica precisaram de uma carga mais baixa para desalojar os pinos de dentro do canal quando comparadas com amostras onde o ultrassom não foi usado. O grupo, com a ponta próxima a linha de cimentação, apresentou os menores valores de carga de tração, demonstrando ser a forma mais eficiente de remoção.

Aguiar et al. (2014) avaliaram o efeito de diferentes tipos de pontas ultrassônicas na remoção de retentores intrarradiculares. Quarenta caninos inferiores unirradiculados foram modelados e obturados pela técnica da compactação lateral com cones de gutta-percha e Sealer 26. Após cimentação dos pinos com fosfato de zinco (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) os dentes foram então divididos em 4 grupos (n=10) de acordo com a ponta ultrassônica: G1 (Controle) - sem ultrassom; G2 - vibração ultrassônica com uma ponta arredondada, alongada, cilíndrica e ativa; G3 - vibração ultrassônica com uma ponta ativa plana e convexa; e G4 - vibração ultrassônica com ponta cônica semi-circular ativa. As pontas foram acopladas ao aparelho Sonic Jet Plus Quatro e conduzidas à máxima vibração sob refrigeração constante de ar/água, colocando cada ponta na região V, L e proximal do pino durante 15s de cada face, totalizando 1 min. Após este procedimento, foram submetidos ao ensaio de tração numa máquina de ensaio universal (Instron 4444, Instron Corp., Norwood, MA, EUA) e uma carga de tensão foi aplicada ao pino até que ele fosse separado da raiz. Os dados comparados estatisticamente pelos testes ANOVA unidirecional e Bonferroni ($\alpha=0,05$). O tipo de falhas ocorridas foi avaliado por meio de um estereomicroscópio (Carl Zeiss, Oberkochen, Alemanha) com uma ampliação de 50x. Os valores obtidos no teste de tração mostraram que o G1 apresentou os maiores valores médios com diferença estatisticamente significativa em relação aos demais grupos ($p<0,05$). Com relação aos grupos submetidos à vibração ultrassônica, G2 apresentou os menores valores médios com diferença estatisticamente significativa de G3 e G4 ($p<0,05$). G4 apresentou os maiores valores médios, porém, sem diferença estatisticamente significativa quando comparado ao G3.

4.4 Remoção de instrumentos fraturados

As limas de Níquel titânio (NiTi) rotatórias estão sendo amplamente utilizadas no preparo dos canais radiculares devido a suas vantagens, como a centralização do preparo diminuindo a chance de transposição, diminuindo o risco de erros. São instrumentos com lâminas de maior elasticidade e resistência a fratura. Apesar de suas características estes instrumentos estão apresentando alta taxa de fratura dentro dos canais radiculares. Alguns fatores estão fortemente relacionados a esta ocorrência como, a experiência do operador, a velocidade de rotação do instrumento, a curvatura do canal, torção, o desenho do instrumento e as repetições do seu uso. Há também outros fatores influenciadores como a anatomia do canal radicular, o tamanho da lima e a localização do canal (SHAHABINEJAD et al, 2013).

Existem, na literatura, algumas opções de procedimentos para remoção do fragmento fraturado de dentro do canal. O método tradicional é usar kits como kit Masserann (Micro-mega, Besancon, France). Ele é eficaz quando a fratura localiza-se na parte linear do canal, sem envolver os terços médio e apical ou em canais curvos, pois esse sistema remove quantidades consideráveis de dentina, levando ao enfraquecimento da raiz e aumentando a chance de perfuração (SHAHABINEJAD et al, 2013).

Ruddle et al. (1997) relataram uma técnica usando brocas Gates-Glidden, dispositivos de ultrassom e um microscópio dental. Essa técnica prevê a trepanação de dentina em torno da lima fraturada e o uso do ultrassom. A vibração é transmitida ao fragmento, permitindo que ele fique solto, facilitando seu desalojamento. Este procedimento envolve riscos, tais como: perda excessiva de dentina, perfuração radicular, extrusão do fragmento para além do ápice e aumento da temperatura na superfície da raiz. Apesar desses fatores essa técnica é relatada com alta taxa de sucesso, como demonstrado por estudos in vivo e in vitro.

Fu et al., no ano de 2011, realizaram um estudo clínico retrospectivo avaliando o resultado do tratamento após a remoção de uma lima fraturada em canais radiculares, utilizando tecnologia ultrassônica, no período de 2004 a 2008 no Departamento de Endodontia da Faculdade de Odontologia, Capital Medical University. O procedimento para a remoção dos

instrumentos fraturados baseou-se na técnica descrita por Ruddle (2004). Brocas Gates-Glidden foram utilizadas juntamente com pontas ultrassônicas finas (ET25; Satelect Corp, França, MO). Radiografias no pré, pós-operatório e acompanhamento foram analisadas com um sistema de pontuação (índice periapical- PAI) que avalia o estado periapical. O acompanhamento incluiu um exame clínico e radiografias com intervalos de 12 a 68 meses pós-tratamento. A obturação foi classificada como adequada (sem espaços vazios presentes) ou inadequada (canais não preenchidos ou com falha na condensação). Os resultados foram avaliados segundo o placar PAI em que valores menores ou igual a 2 foram considerados cura e maior ou igual a 3 quando apresentavam sinais e sintomas clínicos, fratura longitudinal ou perda de função, sendo considerados doença. Os resultados foram analisados estatisticamente pelo teste de Pearson ou teste exato de Fisher. 66 indivíduos foram examinados no acompanhamento, 54 dos dentes examinados (81,8%) foram classificados como curados e apenas 12 dentes (18,2%) portadores de doença. A análise dos dados permitiu interpretar que poucas variáveis afetaram o resultado do tratamento, sendo que apenas a qualidade do preenchimento do canal radicular foi significativa nos resultados. Um selamento apical pobre também foi considerado inadequado quando o instrumento fraturado não foi removido do terço apical, com perfuração radicular. Nos casos com bom preenchimento do canal, que foram obturados ao nível do fragmento, um bom prognóstico clínico foi encontrado pelo controle da infecção radicular e um vedamento ideal. A taxa de sucesso sem ocorrência de perfuração foi de 88% (46 de 52) superando ao casos com perfuração 57% (8 de 14). É previsto que quanto mais apical o instrumento se situa, maior o risco de perfuração radicular, afetando o prognóstico do dente. A cicatrização foi melhor nos casos em que o instrumento fraturado foi removido.

Gerek et al. (2011) publicaram um artigo com objetivo de avaliar a força necessária para fraturar as raízes verticalmente após a remoção de instrumentos fraturados utilizando pontas ultrassônicas e um kit Masserann. Foram utilizados trinta e nove incisivos mandibulares com raízes únicas e retas. Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos (n = 13). Após o procedimento de modelagem, os dentes dos grupos foram radiografados para assegurar que o instrumento havia fraturado no terço médio do canal. No grupo de remoção ultrassônica foram utilizadas brocas GG modificadas para melhorar a visibilidade do instrumento fraturado. As pontas ProUltra de tamanho 5, 6 e 7 ENDO (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, EUA) foram montadas numa peça de mão ultrassônica ligada a uma unidade de ultrassom (EMS

SA, Nyon, Suíça) em baixa potência. As pontas foram ativadas sem refrigeração para permitir a visualização da ponta energizada ao redor do instrumento fraturado e a dentina ao redor do fragmento foi removida. Na remoção por Masserann, uma calha foi preparada e o tubo extrator foi engatado no espaço para capturar o fragmento. Uma máquina de ensaio universal foi utilizada para avaliar a força necessária para a fratura das raízes. Cada espécime foi submetido a ação de uma força que aumentava gradualmente até a raiz ser fraturada. No final, treze dentes foram incluídos em cada grupo. Houve diferenças significativas em relação a força necessária para a fratura vertical entre os grupos. A força necessária para a fratura no grupo controle foi significativamente maior do que a necessária para a fratura das raízes nos grupos Ultrassom e Masseran. As raízes que os instrumentos fraturados foram removidos com o kit Masserann foram mais fracas do que aqueles que foram utilizadas pontas ultrassônicas; porém, essa diferença não foi estatisticamente significativa.

Shahabinejad et al., em 2013, desenvolveram um estudo para determinar a taxa de sucesso na remoção de instrumentos rotatórios de NiTi fraturados pela técnica de ultrassom e avaliar o impacto sobre a força necessária para fraturar a raiz dental. Nele 70 pré molares foram preparados divididos em grupos experimental e controle. O preparo foi realizado com Limas Hero 642 (Micro-mega) obtendo-se uma fratura previsível. Radiografias mostraram a localização exata da lima fraturada no terço da raiz e a relação com a curvatura. Brocas Gates-Glidden foram utilizadas para ampliar o canal ao nível de obstrução e o preparo foi avaliado por um microscópio cirúrgico dental. Neste estudo foram utilizadas pontas ultrassônicas finas ET25L, ET25S, ET25 e ET20 (Satelec, Merignac, França) com movimento anti-horário. A remoção de dentina em torno da lima fraturada com vibração ultrassônica foi realizada até que o lima se soltasse. O grupo experimental foi designado como bem sucedido (a lima fraturada foi removida com sucesso) ou mal sucedido (lima não removida). As superfícies radiculares foram observadas por um microscópio dental para detectar rachaduras, fraturas e perfurações e blocos preparados foram submetidos a testes mecânicos para determinar a força necessária para fraturar a raiz. Para cada amostra, a carga de ruptura (medido em Newtons) e a localização da fratura foram registradas. Os resultados mostraram que a técnica que utilizou ultrassom foi bem sucedida, pois removeu 28 de 35 limas fraturadas (taxa de sucesso de 80%), sendo que em 7 casos não foi bem sucedida. Apesar de todas as limas fraturadas no terço médio da raiz serem removidas (taxa de sucesso de 100%), apenas 74% tiveram êxito no terço apical. Em relação à curvatura do canal, a

taxa de sucesso na remoção antes da curvatura do canal foi de 11,5 vezes maior do que as que ultrapassaram a curvatura. Os resultados dos testes mecânicos demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre a força necessária para a fratura radicular dos grupos experimental e controle, bem como também não foi significativa quando comparada o terço médio da raiz com o apical.

Yang et al. (2017) publicaram um estudo com objetivo de avaliar os efeitos sobre a dentina de duas técnicas de trepanação utilizando uma ponta ultrassônica ou uma broca trepano nos canais mesiais de molares mandibulares durante tentativas de remoção de fragmentos fraturados utilizando imagens micro-computadorizadas. Para isso, 21 dentes foram selecionados, 42 canais, com canais MV e ML com o mesmo formato, tamanho e curvatura. Os instrumentos de NiTi (SybronEndo, Orange, CA) tamanho 25 foram fraturados nos canais mesiais a 4 mm do ápice. Os canais com instrumentos fraturados foram distribuídos aleatoriamente de acordo com a técnica de trepanação, utilizando técnicas ultrassônicas/microtubo ou trepano/microtubo. Um alargamento no terço coronal dos canais foi realizado para visualizar a ponta do instrumento fraturado e um microscópio operatório também foi utilizado. Na remoção ultrassônica foram utilizadas pontas ultrassônicas finas (ET25, Satelec Corp, Merignac Cedex, França), na potência 6. Se o instrumento não pode ser removido, o dispositivo microtubo foi utilizado (Micro-Retrieve & Repair System). Pela técnica Trepano, utilizou-se a fresa Trepan (Micro-Retrieve & Repair system). Se o fragmento fraturado não soltasse dessa maneira, então o dispositivo de microtubo foi utilizado. O tempo de trefinação até a retirada do fragmento foi registrado, e os casos que excederam 45 minutos foram consideradas mal sucedidos. Posteriormente, todas as raízes mesiais foram reanalisadas por imagens de micro CT. Os seguintes resultados foram apresentados: na técnica ultrassônica apenas um fragmento não pôde ser removido em 45 minutos e 4 fragmentos foram removidos sem necessitar o uso sequente do microtubo e em 2 canais ocorreu perfuração; na técnica trepano, todos os instrumentos fraturados foram removidos com sucesso, mas 1 perfuração ocorreu e o microtubo não precisou ser utilizado em 2 casos. Houve diferenças significativas no diâmetro médio do canal, na espessura da parede, no aumento do volume do canal e no tempo consumido entre os grupos ultrassônico e trepano. O volume e o diâmetro médio do canal após a remoção foram significativamente menores no grupo trepano. A espessura mínima média da parede de dentina após a remoção foi de 0,60 (+/- 0,12) mm para o ultrassônico e 0,66 (+/- 0,15) mm para trepano. O tempo médio consumido para remoção bem

sucedida foi de 25 minutos utilizando a técnica de ultrassom / microtubo e apenas 9 minutos com a técnica trepano/ microtubo.

4.5 Aplicação e remoção de medicação intracanal

El-maaita, Qualtrough e Watts (2012) realizam um estudo utilizando imagens de tomografia computadorizada (micro-TC) para quantificar a incidência de vazios em canais preenchidos por MTA colocados por compactação manual ou em conjunto com ativação ultrassônica. Para isso quarenta e oito dentes anteriores unirradiculares foram selecionados. As raízes preparadas foram distribuídas aleatoriamente em 4 grupos (n = 12). MTA branco (ProRoot MTA, Dentsply, Tulsa) foi utilizado com um transportador (MAPS, Vevey, Suíça). No grupo A (grupo MC), os incrementos de MTA foram condensados manualmente até todo canal ser preenchido. No grupo B (grupo 1 seg-UC), a ativação ultrassônica de cada incremento de MTA foi realizada durante 1 segundo com um compactador ativado por uma ponta ultrassônica CPR-1 (Dentsply) com uma unidade ultrassônica piezoelétrica (EMS Piezon Master 400 'Sistemas Eletro Médicos, Nyon, Suíça) ajustada a 25 kHz. Nos grupos C (grupo 5 seg-UC) e D (grupo 10 seg-UC), a compactação manual de cada incremento foi realizada como nos 2 grupos anteriores, modificando-se a ativação ultrassônica que foi aplicada durante 5 e 10 segundos, respectivamente. As raízes foram digitalizadas utilizando micro-CT (SkyScan 1072, Kontich, Bélgica). O volume total do canal, volume de espaços vazios na raiz e volume percentual de vazios foram medidos em cada amostra. Os resultados mostraram que o grupo A apresentou menor quantidade de vazios (0,73%), comparado com 3,77% no grupo B, 1,70% no grupo C e 1,62% no grupo D. As diferenças foram estatisticamente significativas ($P < 0,05$) entre todos os grupos, exceto os grupos C e D. No terço coronal, o grupo B apresentou mais espaços vazios do que nos outros 3 grupos ($P < 0,05$), enquanto que no terço médio o grupo A obteve menos espaços vazios do que todos os outros grupos. Já no terço apical, 1 segundo de ativação ultrassônica resultou na maior incidência de vazios entre os grupos ($P < 0,05$).

Arslan et al. (2013) compararam a eficácia dos protocolos de irrigação na remoção da pasta antibiótica tripla (metronidazol, ciprofloxacina e minociclina- TAP) de sulcos artificiais em canais radiculares. Para isso setenta e dois dentes unirradiculares foram selecionados e radiografados. Um sulco foi realizado na parede do canal a uma distância de 2 a 5 mm do ápice

para simular uma extensão do canal não instrumentada. Partes iguais de metronidazol (Eczacıbası, Istambul, Turquia), ciprofloxacina (Biofarma, Istambul, Turquia) e minociclina (Ratiopharm, Ulm, Alemanha) foram misturadas com água destilada (uma relação pó / líquido de 3: 1) e as ranhuras foram preenchidas por TAP. 6 grupos (n=12) foram montados e irrigados da seguinte forma: Grupo 1: 10 mL de água destilada, grupos 2-3 (NaOCl): 10 mL de NaOCl a 1% e 10 mL de NaOCl a 2,5% durante 1 min, respectivamente. Grupo 4 (Etanol): 10 mL de etanol a 100% durante 1 min. Grupo 5 (EDTA): 10 mL de EDTA a 17% durante 1 min. Grupo 6 (PUI): Um total de 10 mL de NaOCl a 1% foi agitado utilizando um dispositivo ultrassônico (EMS, Le Sentier, Suíça). Uma lima Ultrassônica (tamanho 15) (instrumento ESI, EMS, Le Sentier, Suíça) foi colocada no canal sem tocar nas paredes e a lima foi ativada em potência 6 por 1 minuto. Os canais foram então avaliados pela remoção da TAP. As imagens digitais foram obtidas usando um estereomicroscópio (Olympus BX43, Olympus Co., Tóquio, Japão) anexado a uma câmera digital e foram transferidos para um computador. A quantidade de TAP remanescente nos sulcos foi pontuada utilizando o sistema de pontuação descrito por van der Sluis et al. (2007): 0: o sulco estava vazio, 1: TAP estava presente em menos de metade do sulco, 2: TAP cobriu mais de metade do sulco, 3: o sulco foi completamente repleto por TAP. A análise estatística revelou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. PUI com NaOCl a 1% foi superior na remoção da TAP em comparação com o controle, NaOCl a 1%, NaOCl a 2,5%, etanol e EDTA 17%.

Silva et al. (2014) publicaram um estudo da avaliação micro-CT da remoção de hidróxido de cálcio por meio de irrigação ultrassônica passiva associada ou não a um instrumento adicional”. No estudo foram selecionados 32 dentes unirradiculares. O Ca(OH)₂ foi inserido nos canais misturado com propilenoglicol 400. Os dentes foram distribuídos em quatro grupos (n = 8) de acordo com o procedimento para remoção de Ca(OH)₂: No grupo controle o medicamento foi removido por irrigação de NaOCl 1% e EDTA 17% por 1 min. Para os espécimes que receberam uma lima adicional, um instrumento rotatório ProTaper F5 foi inserido até o CT com 5 mL de NaOCl e posteriormente o canal foi preenchido com 3 mL de EDTA 17% por 1 min. Para os espécimes, nos quais a lima adicional e PUI foram utilizados, após o uso do IM e da lima adicional, PUI foi realizada por um minuto com uma ponta ultrassônica intracanal (TU 13, 24 mm de espessura intracanal, Trinity Inc., São Paulo, Brasil) a 2 mm do CT em associação com 17% de EDTA, que foi renovado a cada 15 s. O dispositivo foi ajustado para 80% da potência

máxima (CV Dent 1000, CV Dentus, São José dos Campos, Brasil). Para os espécimes onde somente PUI foi utilizado, após o procedimento descrito para o grupo controle, o canal foi preenchido com EDTA e PUI foi realizada durante um minuto. Três microtomografias de varredura foram realizadas em cada amostra: após a preparação do canal, após 30 dias com o medicamento intracanal e após a remoção do medicamento. As imagens foram analisadas com o software CTAn 1.12.4.3 (SkyScan). O Volume do canal (Vinitial), volume IM após 30 dias (M30d) e o volume residual (Rmic) foram avaliados. Vinitial e M30d não foram significativamente diferentes entre os grupos nos terços do canal. O volume de resíduos foi significativamente maior no terço apical e significativamente menor nos grupos PUI ('somente PUI' e 'lima adicional + PUI'). Para Rmic / Vinitial, nenhuma das interações entre fatores foi significativa ($P > 0,05$). Rmic / Vinitial foi maior na região apical em relação à região cervical, enquanto que no terço médio foi semelhante em ambos. O uso de PUI resultou em um menor Rmic / Vinitial em relação aos grupos onde não foi utilizado e o uso do instrumento adicional não influenciou Rmic / Vinitial. O uso de PUI mostrou que nos grupos em que ele foi utilizado menores percentuais de Ca(OH)_2 foram encontrados e o uso do instrumento adicional não influenciou Rmic / M30d.

Ma et al. (2014) utilizaram a tomografia micro-computadorizada para avaliar a quantidade de Ca(OH)_2 que permaneceu nos canais radiculares em forma de C em segundos molares inferiores, após tentar removê-lo com irrigação ultrassônica passiva e sônica. Para isso trinta e quatro segundos molares inferiores com raízes fusionadas foram selecionados para o estudo. As raízes foram radiografadas e apenas os dentes com canal em forma de C foram incluídos, totalizando 30 dentes. Metapasta, que é um material temporário de Ca(OH)_2 , solúvel em água, com sulfato de bário (Meta Biomed Co., Cheongju, Coréia), foi injetado em cada canal. Os dentes foram divididos em três grupos de 10 com base na morfologia do canal. Utilizou-se um instrumento F2 com 3 mL NaOCl 5% para remover Ca(OH)_2 . Os canais foram irrigados seguindo um protocolo padronizado de 6 mL de NaOCl 5% seguido por 3 mL de EDTA a 17%. Para os grupos de agitação mecânica, uma ponta ultrassônica (tamanho 15) (Suprasson P Max, Satelec, Bordeaux, França) ou uma ponta sônica EndoActivator (tamanho 15) (Advanced Endodontics, Santa Barbara, CA, EUA) foi inserida no canal e ativada a 2 mm do CT. A ativação sônica ou ultrassônica foi administrada por 20 s, duas vezes durante irrigação com NaOCl e uma vez com EDTA, com tempo total de 60 s de ativação. O EndoActivator foi

ajustado a potência média e a unidade ultrassônica foi utilizada com potência 5. Foi utilizado um sistema I-CT Scanco-Medical para escanear os espécimes após a instrumentação, antes e depois da remoção de Ca(OH)_2 . A porcentagem de volume de Ca(OH)_2 remanescente nos canais após a remoção foi calculada como $[(\text{O volume médio de Ca (OH)}_2 \text{ antes da remoção} - \text{O volume médio de Ca (OH)}_2 \text{ após a remoção}) \times 100 / \text{Volume de Ca (OH)}_2 \text{ antes da remoção}]$. Os resultados permitiram observar que não houve diferença significativa entre os três grupos no volume do canal radicular após instrumentação. O volume de Ca(OH)_2 antes da remoção foi significativamente maior no terço coronal do que nos terços médio e apical. Após remoção utilizando as três técnicas, 2 a 17% de Ca(OH)_2 permaneceram nos canais radiculares. O volume médio de Ca (OH)_2 foi maior no grupo sem agitação do que nos grupos com agitação ($P < 0,05$). Embora no grupo ultrassônico mais Ca(OH)_2 foi removido do que no EndoActivator, não houve diferença significativa. No terço apical, 68% do espaço do canal permaneceu ocupado por Ca(OH)_2 no grupo sem agitação, enquanto 28% foi ocupado por Ca (OH)_2 no EndoActivator e 31% no ultrassônico.

Seal, Pendharkar e Bhuyan (2015) realizaram um estudo para avaliar a quantidade de Ca(OH)_2 remanescente nos canais de pré-molares mandibulares após uma tentativa de remoção com combinações de irrigantes, instrumentos rotativos, CanalBrush ou ultrassom. Para isso utilizaram-se 24 dentes pré-molares unirradiculares. Os dentes receberam a preparação de Ca(OH)_2 (Apexcal, Ivoclar Vivadent) e ele foi removido por quatro técnicas diferentes, dividindo os grupos de acordo com a técnica de remoção. No grupo 1 os canais foram irrigados com 5 mL de NaOCl a 2,5%, limados manualmente com um instrumento F3, irrigados com 5 mL de EDTA a 17% e irrigação final de 5 mL de NaOCl 2,5%. O grupo 2 também recebeu a mesma irrigação do grupo 1, porém utilizou-se um instrumento ProTaper F3 num motor elétrico (Endomate DT, NSK Nakanishi Inc., Tochigi, Japão) e irrigação final de 5 mL de NaOCl 2,5%. No grupo 3 uma unidade piezoelétrica (NSK Varios 750, Nakanishi, Inc., Tochigi, Japão) foi utilizada com uma lima de tamanho 15 (Nakanishi, Inc., Tochigi, Japão) inserida no CT e ativado durante 30 s em cada canal. No grupo 4, CanalBrush de tamanho médio foi colocado numa peça de mão de baixa velocidade. O controle negativo ($n = 2$) não recebeu Ca(OH)_2 , e o controle positivo ($n = 2$) recebeu curativo, porém nenhuma remoção. Posteriormente imagens digitais foram tomadas e importadas para o Image Analyzer Software (Image Pro Plus Versão 4.1.0.0) e a quantidade de Ca(OH)_2 residual nas paredes do canal foi medida. Os resultados

mostraram que a quantidade média de Ca(OH)_2 remanescente foi maior em relação ao Grupo 1 seguido pelo Grupo 2 e Grupo 3, sendo que o menor foi observado no grupo 4. Os grupos 3 e 4 removeram significativamente mais Ca(OH)_2 do que as outras duas técnicas.

4.6 Obturação dos canais radiculares

Quando operado a seco, o calor do atrito gerado por um instrumento de ultrassom pode ser utilizado para plastificar a guta-percha durante o procedimento de obturação. O uso de uma lima de calibre 25 anexado a um aparelho de ultrassom magnetoestrutivo auxilia na colocação de guta-percha na obturação do canal radicular, descrito pela primeira vez em 1970 (MORENO, 1977). Estudos têm demonstrado que a utilização do ultrassom promove uma obturação mais densa e homogênea quando comparada a técnica mais popularmente utilizada, da compactação lateral (DEITCH, 2002). Em tais estudos, a massa final de guta-percha mostrou boa adaptação às irregularidades da superfície do canal.

Singh et al. (2012) realizou um estudo com objetivo de comparar a qualidade da obturação do canal radicular com a condensação lateral da guta percha a frio ou ultrassônica e determinar o efeito do ajuste da potência e do tempo de ativação sobre a qualidade da obturação. 150 caninos foram utilizados. Ajustes de potência de 1,3 e 5 e períodos de ativação de 4, 10 e 15 segundos foram testados. Para isso 10 grupos experimentais foram formados com 15 amostras em cada grupo. Na técnica de obturação experimental colocou-se um cone 50 seguido por condensação lateral fria de 3 cones acessórios utilizando um espaçador, sem cimento. O ultrassom foi colocado no centro de massa da guta até 1 mm do CT e ativado com ajuste de potência e duração de ativação adequados. No final da ativação, o espaçador ultrassônico foi removido e um cone acessório foi colocado seguido de energização com ultrassom novamente, repetindo-se aproximadamente 8 vezes até o canal estar preenchido. A condensação lateral serviu de controle, com o mesmo tamanho de cones utilizados anteriormente, sem cimento. Na análise de superfície, as lâminas foram submetidas a análise de imagem com uma fonte de luz para detectar irregularidades na superfície da obturação. As obturações foram seccionadas a 3, 6 e 10 mm do ápice e as secções foram submetidas a análise de imagem utilizando o analisador de imagem em combinação com um estereomicroscópio para medir a porcentagem de vazios. Na

análise de superfície pode-se perceber que nos níveis apical e médio a combinação de potência 5 e tempo de ativação de 15 segundos produziu significativamente menos vazios do que condensação lateral fria. Coronalmente, combinações de potência 3 e tempo de ativação de 15 segundos produziram obturações com significativamente menos vazios do que condensação lateral fria. Apicalmente, todas as configurações de energia e combinações de tempo de ativação, com exceção do ajuste de potência 1, o tempo de ativação de 4 segundos produziu significativamente menos vazios do que a condensação lateral fria. No terço médio havia menor quantidade de vazios do que no apical. As combinações de potência 3 e tempo de ativação 15 segundos e todas as combinações de potência 5 produziram significativamente menos vazios do que a condensação lateral fria. No terço coronal, todas as combinações de tempo de ativação e configuração de energia, exceto o ajuste de potência 1 e tempo de ativação 4 segundos, produziram significativamente menos vazios do que a condensação lateral fria.

Rosseto et al. (2014) publicaram um estudo com objetivo de avaliar a influência de diferentes métodos de compactação lateral na qualidade de obturação e no tempo gasto para o procedimento. Para isso trinta dentes anteriores foram utilizados. Eles foram obturados pela técnica da compactação lateral e por métodos modificados para abrir espaço para colocação dos cones acessórios: métodos manual, método mecânico e método ultrassônico. O selante utilizado para todos os grupos foi AH Plus (Dentsply Maillefer) misturado com corante fluorescente de rodamina B. No manual, um cone principal foi revestido com selante e colocado no CT, depois um espaçador foi inserido e após ser removido um cone acessório foi inserido até todo comprimento do canal ser preenchido. No método mecânico a obturação foi realizada da mesma maneira, porém o espaçador foi ativado com uma peça de mão. Na técnica com ultrassom o procedimento foi o mesmo realizado no Manual, até a inserção de 2 cones acessórios. Em seguida, inseriu-se um espaçador no canal ativado por ultrassom a uma frequência de 30.000 Hz, a uma potência de nível 5. Após a ativação, o espaçador foi removido e cones acessórios inseridos até preencher todo o canal. O tempo gasto para obturar o canal de cada espécime foi registrado com um cronômetro e radiografias foram tomadas. As amostras foram seccionadas transversalmente a 2, 4 e 6 mm do ápice com Isomet (Isomet, Buehler, Illinois, EUA). Os espécimes foram examinados por um estereomicroscópio (Stemi 2000C, Carl Zeiss, Jena, Alemanha) com um aumento de 8 vezes. As seções foram também analisadas a 10 µm abaixo da superfície com um microscópio confocal de varredura a laser (Leica Microsystems GmbH,

Mannheim, Alemanha). As imagens confocais a 100 × de ampliação foram utilizadas para medir a penetração do selante nos túbulos dentinários utilizando o software Image J. e o software Image J (NIH, Bethesda, MD, EUA). Os resultados demonstraram que a porcentagem de espaços vazios foi semelhante para todos os grupos nos 3 segmentos do canal. Houve significativamente mais GP e menos selante nos canais preparados com o método mecânico em comparação com o método manual no nível de 4 mm. O método ultrassônico mostrou valores intermediários. Em relação ao percentual de penetração do selante nos túbulos dentinários, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. O preenchimento radicular no grupo mecânico foi mais rápido (média de 222.5 segundos) do que no grupo manual. O tempo de obturação do método ultrassônico (286.7 s) foi semelhante estatisticamente aos métodos manual (338,6 s) e mecânico.

Ho, Chang e Cheung (2016) propuseram um estudo para determinar a qualidade das obturações de canais radiculares utilizando cones de guta-percha sem cimento, obturados com compactação vertical aquecida (WV), compactação lateral (CL) e ultrassônica lateral (UL). Diferenças significativas foram encontradas entre CL e UL e entre CL e WV, observando-se uma maior densidade coronal de guta-percha das raízes tratadas com WV e UL, sendo que o mesmo não ocorreu com CL.

4.7 Retratamento

Bernardes et al. (2015) utilizaram micro-CT para avaliar a quantidade de material obturador residual após a utilização de diversas técnicas para remoção de materiais obturadores com e sem ativação ultrassônica e analisar a limpeza das paredes do canal e dos túbulos dentinários com microscopia eletrônica de varredura. No estudo, cento e oito incisivos mandibulares com canais ovais foram incluídos, com tamanho VL pelo menos duas vezes maior do que o diâmetro MD. Os dentes foram obturados utilizando uma técnica híbrida (Tagger et al., 1984) e selador AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha). Posteriormente, os dentes foram digitalizados num SkyScan micro-CT 1072 (SkyScan, Aartselaar, Bélgica). O volume de material obturador foi medido com software CTVol, e os dentes foram divididos em três grupos de acordo com a técnica de remoção da obturação e o uso ou não de ativação ultrassônica: grupo

1 - Reciproc; A) sem US, b) com US; Grupo 2 - ProTaper UR; A) sem US, b) com US; Grupo 3 - Manual (limas manuais / Gates-Glidden); A) sem US, b) com US. Nos grupos que utilizaram PUI, após a instrumentação a PUI foi realizada de acordo com van der Sluis et al. (2010) utilizando uma ponta Jet Sonic e Irrisonic com uma solução de NaOCl a 2,5% durante 20 s, três vezes. Os canais receberam EDTA por 3 min, ativados durante 60 s. A irrigação final foi realizada com 5 mL de NaOCl a 2,5% durante 60 s. A remoção do material obturador foi considerada completa quando não se observou guta-percha ou selante no instrumento final. As raízes foram então digitalizadas novamente. O material obturador das raízes foi quantificado utilizando software CTan e CTVol. As imagens dos terços coronal, médio e apical de todas as raízes foram tiradas por SEM (JEOL, JSMTLLOA, Tóquio, Japão) e classificadas com base em Pirani et al. (2009) em 0 - mais de 75% dos túbulos estavam visivelmente expostos; 1 - lama dentinária presente e menos de 75% dos túbulos expostos; 2 - lama presente em uma área limitada e menos de 50% dos túbulos expostos; 3 - lama presente na dentina e nenhum túbulo visível. Os resultados mostraram que todos os dentes apresentaram algum material residual dentro dos canais e a porcentagem média de guta e selante residual foi de 1,3% no grupo Reciproc com US, sendo o menor valor encontrado, 1,9% no grupo Reciproc sem US e 2,12% no grupo ProTaper /US com diferença significativa ao comparar esses três grupos com os demais. Ao comparar o efeito da ativação US em cada técnica, observou-se diferença significativa no grupo ProTaper US entre os terços apical, médio e coronal e também no grupo Reciproc entre os terços cervical. A ativação US ajudou na remoção do material obturador significativamente.

5 RESUMO DOS RESULTADOS

Quadro 1. Resultados do emprego do Ultrassom comparado à outras técnicas nas etapas do tratamento endodôntico analisadas.

Etapas do tratamento	Ano	Autores	Resultados
Acesso ao canal	2014	Sujith et al.	Ajudou na localização do canal MV2
	2014	Godfrey et al.	Eficácia no corte da dentina (ponta CPR-31)
Irrigação	2012	Al-ali, Sathorn e Parashos	Promoveu melhor remoção de restos pulpares
	2012	Merino et al.	Melhorou a penetração do irrigante em canais curvos
	2013	Ordinola-Zapata et al.	Melhorou a remoção de biofilme
	2013	Spoorthy et al.	Melhorou penetração do irrigante no CT e em canais laterais simulados
	2014	Annil et al.	Melhorou a remoção de debris
	2014	Justo et al.	Melhorou a remoção de debris
	2014	Thomas et al.	Melhorou a limpeza de istmos
	2014	Mozo et al.	Eliminou mais debris, promoveu maior abertura dos túbulos dentinários
	2015	Schmidt et al.	Maior área de túbulos abertos no terço apical
	2016	Castelo-Baz et al.	Melhorou a penetração do irrigante no CT de canais curvos e em canais laterais simulados
Remoção de retentores intrarradiculares	2009	Garrido et al.	Necessitou de menor força de tração para remoção do retentor
	2012	Braga et al.	Carga mais baixa para o núcleo ser desalojado do canal
	2014	Aguiar et al.	Apresentou menores valores no teste de tração para remoção do pino
Remoção de instrumentos fraturados	2011	Fu et al.	Alta taxa de sucesso no tratamento sem ocorrência de perfuração
	2011	Gerek et al.	Menor força necessária para fratura dental após remoção do instrumento fraturado
	2013	Shabinejad et al.	Melhorou a remoção no terço médio e antes da

			curvatura
	2017	Yang et al.	Alta taxa de remoção do fragmento fraturado
Aplicação e remoção de medicação intracanal	2012	El-maaita, Qualthrough e Watts	Maior incidência de vazios em canais preenchidos por MTA
	2013	Arslan et al.	Melhorou a remoção de TAP
	2014	Ma et al.	Menor volume de Ca(OH) ₂ remanescente no canal
	2014	Silva et al.	Menor porcentagem de Ca(OH) ₂ residual
	2015	Bhuyan et al.	Menor porcentagem de Ca(OH) ₂ residual
Obturação	2012	Singh et al.	Menor quantidade de espaços vazios
	2014	Rosseto et al.	Maior densidade de guta-percha e menor de selante
	2016	Shan Ho et al.	Promoveu maior densidade de guta-percha
Retratamento	2015	Bernardes et al.	Ajudou na remoção do material obturador

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de pontas ultrassônicas com revestimentos abrasivos auxilia a remover dentina de forma conservadora. A extremidade dessas pontas é aproximadamente 10 vezes menor do que as menores brocas esféricas disponíveis, dessa forma melhoram o campo de visão do operador facilitando a localização dos orifícios de entrada dos canais. Além disso, o desgaste realizado nas paredes e no assoalho da câmara pulpar é mais preciso e conseqüentemente mais conservador (MOHAMMADI et al., 2016). Os dispositivos ultrassônicos estão sendo particularmente utilizados na localização dos canais méso-palatinos de molares superiores. Alaçam et al. (2008) demonstraram que o uso combinado do ultrassom com o microscópio operatório aumenta a detecção desses canais em até 74%.

Os instrumentos utilizados no preparo do canal, tanto manual quanto rotativos, atuam somente na área central do canal radicular, e em casos de dentes com anatomia complexa, como canais ovalados ou em forma de “C”, é necessário abrir mão de técnicas complementares efetivas na desinfecção, principalmente nessas áreas onde os instrumentos não atuam. Peters et al. (2001) utilizando tomografias micro-computadorizadas antes e depois da instrumentação mecânica descobriram que, independentemente da técnica de instrumentação, 35% ou mais das superfícies do canal radicular permaneceram sem instrumentação. Regiões de istmos, deltas apicais, canais

laterais e as próprias irregularidades anatômicas são locais propícios ao acúmulo de detritos gerados durante a instrumentação, além disso remanescentes da polpa necrótica, microrganismos e seus produtos também podem ficar ali alojados. Portanto tão importante quanto a utilização de irrigantes no preparo químico-mecânico, é a sua distribuição, que deve alcançar e vencer a complexidade do sistema de canais em todas as suas dimensões. Na presente revisão de literatura foi visto que a Irrigação Ultrassônica Passiva melhorou a remoção de detritos após a modelagem do canal (ANNIL et al., 2014; JUSTO et al., 2014; THOMAS et al.; 2014), auxiliou na remoção de biofilme (ORDINOLA-ZAPATA, 2013), permitiu que a solução irrigadora alcançasse o comprimento de trabalho e aumentou a sua penetração em canais curvos e laterais (SPOORTHY et al., 2013; MERINO et al., 2012; CASTELO-BAZ et al., 2016).

Existem diversas técnicas disponíveis para remoção do curativo de demora de Ca(OH)_2 , sendo que o procedimento padrão é a utilização de instrumentos, como o de memória (IM) associado à irrigação com hipoclorito de sódio (KENEE et al., 2006). Autores tem sugerido o emprego da irrigação ultrassônica por melhorar a remoção do Ca(OH)_2 , diminuindo a quantidade de resíduos principalmente na região apical (BALVEDI et al., 2010; WISEMAN et al., 2011), sendo superior quando comparado com a remoção apenas com soluções irrigadoras (RÖDIG et al., 2010; SEAL, PENDHARKAR E BHUYAN, 2015).

A técnica mais comumente utilizada para obturar o canal é a da compactação lateral. Contudo, outras opções existem como a técnica de cone único, técnica termomecânica empregando instrumentos rotatórios, técnicas de termoplastificação da guta-percha (Ex.: System B e Thermafil) e o uso do ultrassom (MARCIANO et al., 2011). Rosseto et al. (2014) observaram em seu estudo que o ultrassom favoreceu o amolecimento da guta-percha mas persistiram a presença de vazios, ou seja, falhas na obturação. Os melhores resultados foram obtidos com a técnica termomecânica que foi mais rápida e proporcionou um preenchimento mais homogêneo.

Na remoção de retentores intrarradiculares, o ultrassom obteve bons resultados. A capacidade do ultrassom em fragmentar o cimento que une o pino à dentina diminui a força necessária para sua tração e conseqüente remoção. Nesta técnica também há mínima perda de estrutura dental, o tempo de trabalho é reduzido, e há menor risco de perfurações e fraturas radiculares. Esses fatores o deixam em vantagem em relação às demais técnicas.

Alguns pontos devem ser levados em consideração. A potência e a frequência das ondas ultrassônicas geradas pelo dispositivo determinam as características físicas das vibrações. Os dispositivos piezoelétricos de alta frequência, geram ondas mecânicas transmitindo um calor residual, que apesar de pequeno, pode atingir as estruturas dentárias. Então uma elevação da temperatura na superfície radicular externa pode ocorrer durante o seu uso, podendo afetar os tecidos de sustentação (cimento, ligamento e osso alveolar) (LIPSKI; DEBICKI; DROUDZIK, 2010). Quanto maior o tempo de aplicação ultrassônica maior é o calor gerado. Ainda não foi determinado o quanto a variação de temperatura pode provocar danos aos tecidos, entretanto sabe-se que uma elevação de temperatura 10°C acima da temperatura normal do corpo pode trazer consequências biológicas adversas (LIPSKI; DEBICKI; DROUDZIK, 2010). Por este motivo recomenda-se utilizar o ultrassom sob abundante irrigação, com o objetivo de minimizar os efeitos da temperatura.

Atualmente, a combinação de técnicas ultrassônicas associadas a um microscópio operatório tem se mostrado um procedimento seguro e bem sucedido na remoção de instrumentos fraturados. Nesta técnica, é essencial preparar uma platô no canal, onde a dentina ao redor do segmento fraturado é desgastada pelo inserto ultrassônico. Quanto mais cervical o instrumento fraturado estiver localizado, mais fácil se torna a sua remoção. A proximidade com a curvatura do canal também influencia no grau de dificuldade de remoção, pois instrumentos fraturados antes da curvatura são mais fáceis de remover do que aqueles localizados após a curvatura. Apesar da alta taxa de sucesso, a remoção ultrassônica também oferece riscos. Durante a remoção existem chances de ocorrer erros de procedimento, como transporte do canal, perfuração e fratura do dente. Quanto mais apical o instrumento estiver localizado, maior o risco de ocorrer uma perfuração.

Diversas técnicas de retratamento endodôntico são utilizadas por endodontistas, incluindo limas manuais, com ou sem o uso de solventes, instrumentos rotatórios e reciprocantes, e o uso da ativação ultrassônica. Entretanto, nenhuma delas parece ser capaz de remover completamente o material obturador de dentro do canal. No estudo de Bernardes et al. (2015) os menores valores de guta-percha e cimento residuais foram encontrados no grupo Reciproc com a utilização do ultrassom, seguido do grupo Reciproc sem ultrassom. No mesmo estudo foi percebido que nos

grupos que utilizaram ultrassom menos material residual foi encontrado nos túbulos dentinários e que houve a remoção lama dentinária dos terços apical e médio do canal.

7 CONCLUSÕES

De acordo com a literatura revisada, o ultrassom piezoelétrico tem grande potencial para ser incorporado rotineiramente em quase todas etapas do tratamento endodôntico, assim como no retratamento incluindo a cirurgia apical. Ele já é considerado uma ferramenta indispensável em situações clínicas desafiadoras, como a remoção de obstruções da câmara pulpar e do canal radicular, a localização de canais ocultos e perdidos, e a remoção de retentores intrarradiculares e instrumentos fraturados. Estas situações podem ser resolvidas de forma precisa com relativa facilidade, previsibilidade e conservação de estrutura dentária. Além disso, sua capacidade energizante transmitida aos insertos melhoram a distribuição das soluções irrigadoras, da medicação intracanal e dos cimentos obturadores dentro do canal. Por estes motivos conclui-se que o aparelho de ultrassom deve fazer parte do conjunto de periféricos de um consultório odontológico e seus insertos devem ser considerados instrumentos endodônticos.

8 REFERÊNCIAS

AL-ALI, M.; SATHORN, C.; PARASHOS, P. Root canal debridement efficacy of different final irrigation protocols. **International Endodontic Journal**, v. 45, n. 10, p.898-906, 6 abr. 2012.

ANNIL, D. et al. To evaluate the effect of two passive ultrasonic irrigation methods on removal of dentin debris from root canal systems using computational fluid dynamics study model. **International Journal of Contemporary Dental and Medical Reviews**, v. 2014, p.01-07, 14 jan. 2015.

ARSLAN, H. et al. Efficacy of various irrigation protocols on the removal of triple antibiotic paste. **International Endodontic Journal**, v. 47, n. 6, p.594-599, 18 out. 2013.

BALVEDI, R. P. A. et al. A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 9, p.763-768, 8 jun. 2010.

BAUMGARDNER, KR.; KRELL , V. Ultrasonic condensation of gutta-percha: an in vitro dye penetration and scanning electron microscopic study. **Journal of Endodontics**, 16 jun 1990.

BERNARDES, R. A. et al. Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. **International Endodontic Journal**, v. 49, n. 9, p.890-897, 2 set. 2015.

BRAGA, N. et al. Comparison of different ultrasonic vibration modes for post removal. **Brazilian Dental Journal**, v. 23, n. 1, p. 49-53, 2012.

CASTELO-BAZ, P et al. In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in curved root canals. **Journal Of Clinical And Experimental Dentistry**, v. 8, p.437-441, 2016.

CASTRISOS, T.; ABBOT, PV. A survey of methods used for post removal in specialist endodontic practice. **International Endodontic Journal**, v. 35, p. 172-180, 2002.

CHEN, Yen-liang et al. Application and development of ultrasonics in dentistry. **Journal Of The Formosan Medical Association**, v. 112, n. 11, p.659-665, nov. 2013.

DEITCH, AK. et al. A comparison of fill density obtained by supplementing cold lateral condensation with ultrasonic condensation. **Journal of Endodontics**, v. 28, p. 665-667, 2002.

DIXON, EB. et al. Comparison of two ultrasonic instruments for post removal. **Journal of Endodontics**, v. 28, p. 111-115, 2002.

EL-MA'AITA, Ahmad M.; QUALTROUGH, Alison J.e.; WATTS, David C. A Micro-Computed Tomography Evaluation of Mineral Trioxide Aggregate Root Canal Fillings. **Journal Of Endodontics**, v. 38, n. 5, p.670-672, maio 2012.

FU, Mei; ZHANG, Zhiling; HOU, Benxiang. 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, ADB. 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, p. 609-613, 2009.

GODFREY, Matthew P.; KULILD, James C.; WALKER, Mary P. A comparison of the dentin cutting efficiency of 4 pointed ultrasonic tips. **Journal of endodontics**, v. 39, n. 7, p. 897-900, 2013.

JIANG, Lei-meng et al. Comparison of the Cleaning Efficacy of Different Final Irrigation Techniques. **Journal Of Endodontics**, v. 38, n. 6, p.838-841, jun. 2012.

JIANG, Lei-meng et al. Influence of the Oscillation Direction of an Ultrasonic File on the Cleaning Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation. **Journal Of Endodontics**, v. 36, n. 8, p.1372-1376, ago. 2010.

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

KENEE, David M. et al. A Quantitative Assessment of Efficacy of Various Calcium Hydroxide Removal Techniques. **Journal Of Endodontics**, v. 32, n. 6, p.563-565, jun. 2006.

KULILD JC, PETERS DD. Incidence and configuration of canal systems in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars. **Journal Of Endodontics**, v.16, p. 311-317, jul. 1990.

LAÇAM, Tayfun et al. Second mesiobuccal canal detection in maxillary first molars using microscopy and ultrasonics. **Australian Endodontic Journal**, v. 34, n. 3, p.106-109, dez. 2008.

LAIRD, W.; WALMSLEY, A. Ultrasound in dentistry. Part 1—biophysical interactions. **Journal of Dentistry**, v. 19, n. 1, p. 14-17, 1991.

LAMBRIANIDIS, T. et al. Removal efficacy of various calcium hydroxide/chlorhexidine medicaments from the root canal. **International Endodontic Journal**, v. 38, p. 55-61, 2006.

LIPSKI, Mariusz; DĘBICKI, Michał; DROŹDZIK, Agnieszka. Effect of different water flows on root surface temperature during ultrasonic removal of posts. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, And Endodontology**, v. 110, n. 3, p.395-400, set. 2010.

MA, J. Z. et al. Micro-computed tomography evaluation of the removal of calcium hydroxide medicament from C-shaped root canals of mandibular second molars. **International Endodontic Journal**, v. 48, n. 4, p.333-341, 30 jun. 2014.

MADARATI, A. A.; QUALTROUGH, A. J. E.; WATTS, D. C. Vertical fracture resistance of roots after ultrasonic removal of fractured instruments. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 5, p.424-429, maio 2010.

MARCIANO, M. A. et al. Analysis of four gutta-percha techniques used to fill mesial root canals of mandibular molars. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 4, p.321-329, 10 jan. 2011.

MARTIN, H. Ultrasonic disinfection of the root canal. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, And Endodontology**, v. 42, p. 92-99, jul. 1976.

MARTIN, Howard et al. Endosonics - The ultrasonic synergistic system of endodontics. **Dental Traumatology**, v. 1, n. 6, p.201-206, dez. 1985.

MERINO, A. et al. The effect of different taper preparations on the ability of sonic and passive ultrasonic irrigation to reach the working length in curved canals. **International Endodontic Journal**, v. 46, n. 5, p.427-433, out. 2012.

MOHAMMADI, Zahed et al. A Clinical Update on the Different Methods to Decrease the Occurrence of Missed Root Canals. **Iranian Endodontic Journal**, v. 11, n. 3, p. 208, 2016.

MORENO, A. Thermomechanically softened gutta-percha root canal filling. **Journal Of Endodontics**, v. 3, p. 186-188, 1977.

MOZO, S. et al. Effectiveness of passive ultrasonic irrigation in improving elimination of smear layer and opening dentinal tubules. **Journal Of Clinical And Experimental Dentistry**, p.47-52, 2014.

MOZO, S.; LLENA, C.; FORNER, L.. Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. **Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal**, p.512-516, 2012.

ORDINOLA-ZAPATA, R. et al. Biofilm removal by 6% sodium hypochlorite activated by different irrigation techniques. **International Endodontic Journal**, v. 47, n. 7, p.659-666, 13 nov. 2013.

PETERS, O. A.; SCHÖNENBERGER, K.; LAIB, A. Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. **International endodontic Journal**, v. 34, n. 3, p. 221-230, 2001.

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

RÖDIG, T. et al. Efficacy of different irrigants in the removal of calcium hydroxide from root canals. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 6, p.519-527, 2010.

RÖDIG, Tina et al. Comparison of ultrasonic irrigation and RinsEndo for the removal of calcium hydroxide and Ledermix paste from root canals. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 12, p.1155-1161, 13 set. 2011.

RUDDLE, CJ. Nonsurgical retreatment. **Journal of Endodontics**, v. 30, p. 827-845, 2004.

SCHMIDT, Tamer F. et al. Effect of Ultrasonic Activation of Irrigants on Smear Layer Removal. **Journal Of Endodontics**, v. 41, n. 8, p.1359-1363, ago. 2015.

SEAL, M.; PENDHARKAR, K.; BRHYAN, A. Effectiveness of four different techniques in removing intracanal medicament from the root canals: An in vitro study. **Contemporary Clinical Dentistry**, v. 6, n. 3, p. 309, 2015.

SEAL, Mukut; PENDHARKAR, Kartik; BHUYAN, Ac. Effectiveness of four different techniques in removing intracanal medicament from the root canals: An in vitro study. **Contemporary Clinical Dentistry**, v. 6, n. 3, p.309-312, 2015.

SHAHABINEJAD, Hasan et al. 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. **Journal Of Endodontics**, v. 39, n. 6, p.824-828, jun. 2013.

SILVA, L. J. M. et al. Micro-CT evaluation of calcium hydroxide removal through passive ultrasonic irrigation associated with or without an additional instrument. **International Endodontic Journal**, v. 48, n. 8, p.768-773, 23 set. 2014.

SOARES, Janir Alves et al. Effect of rotary instrumentation and of the association of calcium hydroxide and chlorhexidine on the antiseptics of the root canal system in dogs. **Brazilian oral research**, v. 20, n. 2, p. 120-126, 2006.

SOUTER, Nigel J.; MESSER, Harold H. Complications associated with fractured file removal using an ultrasonic technique. **Journal of Endodontics**, v. 31, n. 6, p. 450-452, 2005.

SPOORTHY, E. et al. Comparison of irrigant penetration up to working length and into simulated lateral canals using various irrigating techniques. **International Endodontic Journal**, v. 46, n. 9, p.815-822, 2 abr. 2013.

STROPKO, John J. Canal morphology of maxillary molars: Clinical observations of canal configurations. **Journal Of Endodontics**, v. 25, n. 6, p.446-450, jun. 1999.

SUJITH, Ramachandra et al. Microscope magnification and ultrasonic precision guidance for location and negotiation of second mesiobuccal canal: An in vivo study. **Journal Of International Society Of Preventive And Community Dentistry**, v. 4, n. 6, p.209-212, 2014.

TAŞDEMİR, T. et al. Efficacy of several techniques for the removal of calcium hydroxide medicament from root canals. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 6, p. 505-509, 2011.

THOMAS, Anchu Rachel et al. Comparative Evaluation of Canal Isthmus Debridement Efficacy of Modified EndoVac Technique with Different Irrigation Systems. **Journal Of Endodontics**, v. 40, n. 10, p.1676-1680, out. 2014.

VAN DER SLUIS, L. W. M.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 1, p. 52-57, 2007.

VAN DER SLUIS, Lucas WM et al. Study on the influence of refreshment/activation cycles and irrigants on mechanical cleaning efficiency during ultrasonic activation of the irrigant. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 4, p. 737-740, 2010.

VAN DER SLUIS, Lucas; WU, Min-Kai; WESSELINK, Paul. Comparison of 2 flushing methods used during passive ultrasonic irrigation of the root canal. **Quintessence international**, v. 40, n. 10, 2009.

WALTERS, John D.; RAWAL, Swati Y. Severe periodontal damage by an ultrasonic endodontic device: a case report. **Dental Traumatology**, v. 23, n. 2, p.123-127, abr. 2007.

WISEMAN, Anne et al. Efficacy of Sonic and Ultrasonic Activation for Removal of Calcium Hydroxide from Mesial Canals of Mandibular Molars: A Microtomographic Study. **Journal Of Endodontics**, v. 37, n. 2, p.235-238, fev. 2011.