



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Piracicaba

ERIKA CONDO CASTRO

APLICAÇÕES DO ULTRA-SOM NA ENDODONTIA

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção do título de especialista em Endodontia.

PIRACICABA

2015



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Piracicaba

ERIKA CONDO CASTRO

APLICAÇÕES DO ULTRA-SOM NA ENDODONTIA

Monografia apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da
Universidade Estadual de Campinas,
como requisito para obtenção do título de
especialista em Endodontia.

Orientadora: Profa. Dra. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes

PIRACICABA

2015

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

C279a	Castro, Erika Condo, 1986- Aplicações do ultra-som na endodontia / Erika Condo Castro. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2015. Orientador: Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes. Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. 1. Endodontia. 2. Terapia por ultrassom. I. Gomes, Brenda Paula Figueiredo de Almeida. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.
-------	---

RESUMO

O uso de tecnologias como o microscópio e o ultra-som tem contribuído muito no tratamento de casos complexos na Endodontia. O ultra-som é uma forma de energia transmitida através de ondas sonoras, que se espalha através de diferentes meios, com uma frequência acima do alcance do ouvido humano. Neste trabalho revisaremos as diferentes aplicações do ultra-som na Endodontia tais como: no acesso ao sistema de condutos, na localização dos condutos, na remoção de obstáculos (como instrumentos fraturados, pinos intrarradiculares), no preparo químico-mecânico, na ativação de irrigantes, na colocação de medicação intracanal; na obturação e na cirurgia parentodôntica. Concluimos que o ultra-som oferece várias vantagens e aplicações na área de endodontia, devendo fazer parte do armamentário do endodontista.

ABSTRACT

The use of technologies such as microscopy and ultrasound has contributed a lot in the treatment of complex cases in Endodontics. Ultrasound is a form of energy transmitted through sound waves, which spreads through different means, with a frequency above the range of human hearing. In this paper we review the different applications of ultrasound in endodontics, such as: in the access and location of the canals, in removing obstacles (such as fractured instruments, intraradicular posts), in the chemical-mechanical preparation, in the activation of the irrigants, during intracanal placement, in the root filling and endodontic surgery. We conclude that ultrasound offers several advantages and applications in endodontics, and should be part of the endodontist's armamentarium.

SUMÁRIO

RESUMO	V
ABSTRACT	VI
DEDICATORIA	XI
AGRADECIMENTOS	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. DESENVOLVIMENTO	3
2.1. Considerações sobre ultra-som	3
2.2. Métodos de produção de ultra-som	4
2.3. Aplicações do ultra-som na Odontologia	5
2.4. Aplicações do ultra-som na Endodontia	.5
2.4.1. Abertura e remoção de nódulos pulpare	6
2.4.1.1 Aumento da ação de substâncias irrigadoras	8
2.4.2 Remoção de obstruções intracanal (instrumentos separados, pinos intrarradiculares, cones de prata, pinos metálicos fraturados).	18
2.4.3 Condensação ultrassônica da guta-percha.	21
2.4.4 Cirurgia parendodôntica: preparo da porção final da raiz	24
2.4.5 . Preparo do canal radicular	26
3. CONCLUSÕES.	30
REFERÊNCIAS	31

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pois sem Ele, nada seria possível; a meus pais: Roman e Elena, pelo incentivo, por nunca ter me negado seu apoio e por compreenderem a minha ausência durante este tempo; e a meus irmãos por sempre me apoiarem.

AGRADECIMENTOS

À minha família, meus pais (Roman e Elena), a meus irmãos (Armando, Evelyn Jose Luís) por terem sempre me apoiado, dando força e impulsionando para subir cada degrau na minha profissão.

À Profa. Dra. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes, pela orientação e companheirismo nesta jornada.

Aos professores da FOP-UNICAMP, Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia, Profa. Dra. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes, Prof. Dr. Caio Cezar Randi Ferraz, Prof. Dr. José Flávio de Almeida e Profa. Dra. Adriana de Jesus Soares, pelos ensinamentos.

À Fernanda Signoretti por todo o apoio e confiança dada durante este tempo, pela transmissão do conhecimento e, sobretudo, pela amizade.

Aos meus amigos e companheiros de Especialização, pela simpatia, carinho, preocupação, e parceria nas clínicas e nas aulas teóricas.

Enfim, a todos que de alguma forma participaram deste período de minha vida.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história de endodontia, esforços têm sido feitos para desenvolver sistemas mais eficazes para agitar soluções irrigantes no sistema de canais radiculares. Estes sistemas podem ser divididos em duas categorias: os de agitação manual e os de agitação mecânica. Procedimentos mecânicos incluem o uso de escovas rotatórias, irrigação simultânea com instrumentação rotatória do canal, dispositivos de alternância de pressão, de som e sistemas de ultra-som. Todos eles com a intenção de melhorar a limpeza do canal (Mozo et al. 2012)

O estudo e aplicação de ultra-som começam em 1883, quando Galton criou o primeiro ressonador de alta frequência para medir o limite superior da audição humana. A partir deste momento, diferentes tipos de dispositivos que geram ultra-som começaram a surgir no mercado, bem como o estudo e aplicação de ultra-som em diferentes áreas. (Padrón, 2006). O ultra-som é uma forma de energia transmitida através de ondas sonoras, que se espalham através de diferentes meios. (Hernández et al, 2013).

O ultra-som foi utilizado pela primeira vez na Odontologia para preparo de cavidades. O conceito de " Odontologia Minimamente Invasiva " e o desejo de preparos cavitários de menor tamanho significou uma nova aplicação do ultra-som. No entanto, ele não se tornou popular até 1955, quando começou a ser utilizado para remover os depósitos de cálculo e de placa das superfícies dos dentes. (Mozo et al, 2012)

As pesquisas sobre o uso dos dispositivos ultrassônicos na Endodontia, começaram por volta de 1957 quando Richman desenvolveu um dispositivo ultrassônico para preparo de condutos radiculares (Padrón, 2006). Em 1976 Martin descreveu o mecanismo de desinfecção do canal radicular por meio da aplicação de um instrumento ativado por ultra-som proporcionando um efeito sinérgico da substância irrigadora.

A remoção dos restos de tecido vital e necrosado, microrganismos e toxinas microbianas do sistema de canal radicular é essencial para o sucesso do tratamento endodôntico. As substâncias irrigadoras com ação antimicrobiana

atuam principalmente como lubrificantes e agentes de limpeza durante o preparo químico-mecânico, visando a eliminação de microrganismos e seus produtos do sistema de canais radiculares. Entretanto para ser eficaz o irrigante deve entrar em contato direto com todas as paredes do canal, especialmente na porção mais apical. (Leonardo, 2005)

O ultra-som tem diversas aplicações na endodontia, desde refinamento da cirurgia de acesso; preparo químico cirúrgico; colocação de medicação intracanal; obturação; retropreparo apical; retratamento, até a remoção de instrumentos fraturados

O objetivo deste estudo é fazer uma revisão da literatura sobre as aplicações do ultra-som na Endodontia.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Considerações sobre Ultra-som

O som é definido como ondas elásticas que se propagam através de um meio (líquido, gasoso, sólido), as quais, ao se espalharem pelo ar são recebidas pelo ouvido, produzindo a sensação auditiva. A unidade que mede a frequência das ondas é chamada Hertz (Hz), e é definida como a frequência de um movimento vibratório que executa uma vibração cada segundo. O sistema auditivo humano tem uma capacidade de perceber essas ondas em uma ampla faixa de frequência, que vai variar de 16 Hz a 20 KHz (Pécora & Guerisoli, 2004).

O ultra-som é a energia do som com uma frequência acima do alcance do ouvido humano, ou seja, acima de 20 kHz. Como o ultra-som está fora da faixa de frequência audível ao homem, ele pode ser empregado com intensidade alta (Pécora & Guerisoli, 2004).

As aplicações do ultra-som de baixa intensidade têm, como propósito, transmitir a energia através de um meio e com isso obter informações do mesmo. Como exemplos dessas aplicações podem citar: ensaio não destrutivo de materiais, medida das propriedades elásticas dos materiais e diagnose médica (Pécora & Guerisoli, 2004).

As aplicações de alta intensidade têm como objetivo produzir alteração do meio através do qual a onda se propaga. Como exemplo citaremos a terapia médica, atomização de líquidos, limpeza por cavitação, ruptura de células biológicas, solda e homogeneização de materiais (Pécora & Guerisoli, 2004).

O uso do ultra-som de baixa intensidade em medicina, para diagnóstico, se baseia na reflexão das ondas ultra-sônicas. O diagnóstico com ultra-som é mais seguro do que a radiação ionizante, como os raios-x e por isso é preferível em exames pré-natais (Pécora & Guerisoli, 2004).

As vantagens do diagnóstico com o ultra-som são sua segurança, sua conveniência por ser não-invasivo e atraumático, além de sua capacidade em detectar fenômenos não perceptíveis pelos raios X (Pécora & Guerisoli, 2004).

O ultra-som não deve ser usado em pacientes portadores de marca-passo cardíaco, pois pode haver interferência neste aparelho (Pécora & Guerisoli, 2004).

2.2. Métodos de produção de ultra-som

As ondas sonoras são geradas por um dispositivo chamado de transdutor. Este tem a capacidade de converter uma forma de energia em outra. Os transdutores podem transformar energia elétrica em energia acústica ou vice-versa. Existem dispositivos transdutores que geram energia acústica por outros mecanismos. Exemplos de transdutores são os osciladores de cristal, osciladores magnetostritivos, geradores mecânicos, transdutores eletromagnéticos, eletrolíticos e de alta frequência. Na odontologia são utilizados mais comumente os dispositivos que funcionam por meio de osciladores piezoelétrico e magnetostricção, (Blitz ,1969).

Dispositivos de magnetostricção convertem a energia eletromagnética em energia mecânica. O gerador ultrassônico consiste em uma placa metálica que atua como transdutor. Esta através de um campo magnético alternado e estável emite vibrações mecânicas que se transmitem para as limas através de uma ponta endodôntica encaixada na peça de mão, onde está o gerador ultrassônico (Leonardo, 2005).

Os dispositivos piezoelétricos são constituídos por um gerador piezoelétrico de potência ajustável e um dispositivo de irrigação de água. Estes dispositivos têm vantagens em relação aos dispositivos magnéticos porque geram pouco calor e não precisam de refrigeração para a peça de mão. Além disso, os transdutores piezoelétricos transferem mais energia, tornando-se mais poderoso do que os dispositivos magnetostritivos (Leonardo, 2005).

2.3. Aplicações do ultra-som na Odontologia

Na odontologia as aplicações do ultra-som continuam aumentando, com a utilização crescente em preparos de cavidades, e principalmente na odontologia pediátrica, em razão de sua atividade silenciosa e praticamente sem dor. Também é usado como acelerador nas mobilizações ortodônticas. (Leonardo, 2005)

Desde o início dos anos 50 diferentes dispositivos sonoros e ultrassônicos para diferentes aplicações dentárias têm sido desenvolvidos (Oman & Applebaum, 1995)

Zinner (1955) apresentou estudos preliminares em que a aplicação de dispositivos ultrassônicos na clínica, incluindo terapia periodontal, não produzia danos aos tecidos pulpare e periodontais. A partir destes estudos Johnson e Wilson (1957) demonstraram a eficácia da aplicação de ultra-som na remoção de cálculo gengival. O ultra-som para o tratamento periodontal não causa dano ao cemento radicular. Produz menor dano aos tecidos gengivais e menor trauma aos pacientes, comparados com o tratamento periodontal feito de forma manual. O ultra-som é usado na odontologia para aplicações terapêuticas e de diagnóstico e para a limpeza de instrumentos antes da esterilização. É usado principalmente na raspagem coronária e alisamento radicular e na irrigação dos canais radiculares (Plotino et al, 2007).

2.4. Aplicações do Ultra-som na Endodontia

O ultra-som oferece várias vantagens e aplicações no campo da endodontia, sendo recomendado e obrigatório em determinadas situações.

Richman (1957) foi o primeiro a introduzir o ultra-som na Endodontia, com o objetivo de alcançar melhores resultados durante o preparo do canal radicular, adaptando-o em uma unidade ultrassônica (Cavitron-Dentsply). Uma ponta para Endodontia denominada PR 30 foi elaborada exclusivamente para esta finalidade (Leonardo, 2005)

Em 1976 Martin Howard retomou os estudos iniciados pelo Richman, dando assim um novo impulso ao ultra-som no tratamento de canais radiculares. O autor investigou o aumento da capacidade bactericida de soluções irrigantes quando submetidas à passagem de ondas ultrassônicas, chegando à conclusão que estas podem potencializar a ação das substâncias irrigadoras na desinfecção do sistema de canais radiculares. O autor também introduziu o termo endosônico, que consistia no uso misturado e simultâneo da ação energizante da lima endosônica, com a ativação ultrassônica da solução irrigadora, tendo assim um efeito sinérgico de limpeza química e mecânica do sistema de canais, (Van der 2007a).

Ultra-som no tratamento endodôntico melhorou a qualidade do tratamento em muitos aspectos:

1. Abertura da câmara pulpar, tratamento de canais calcificados e remoção de cálculos pulpares.
2. Aumento da ação de substâncias irrigadoras.
3. Remoção de obstruções intracanais (instrumentos separados, pinos intrarradiculares, cones de prata, pinos metálicos fraturados).
4. Condensação Ultrassônica de guta-percha.
5. Cirurgia parendodôntica: preparo da porção final da raiz e colocação de material obturador.
6. Preparo do canal radicular.

2.4.1. Abertura e remoção de nódulos pulpares

Uma das etapas mais críticas no tratamento endodôntico é a localização dos condutos, especialmente quando há uma obstrução dos mesmos, em áreas de dentina terciária em dentes com restaurações ou com capeamento pulpar direto.

O acesso à entrada de canais ocultos e obliterados pode ser melhorado através do ultra-som. Com estas pontas é possível obter uma melhor visão do assoalho da câmara pulpar durante a localização do canal. Geralmente estas pontas são usadas com refrigeração, sendo especialmente concebidas para o

preparo do terço coronário do canal radicular. As mesmas também estão disponíveis para serem utilizadas conjuntamente com o microscópio cirúrgico de maneira a melhorar a visão do campo operatório (van der 2007).

A capacidade de corte, além de depender do tipo de ponta utilizada, também depende da intensidade a que se está trabalhando com o ultra-som. Recomenda-se variar a intensidade do aparelho de acordo com o uso que deseja dar. Embora seja difícil remover o tecido duro e localizar a embocadura dos canais, a energia do ultra-som deve ser controlada, pois pode provocar deformação da anatomia.

Segundo Sempira (2004) citado por Plotino *et al.*, no 2007, os procedimentos de acesso convencionais, com pontas ultrassônicas, são úteis na ubiquação do canal MB2 em molares, também na localização de condutos calcificados em qualquer dente e na eliminação de nódulos pulpares.

Em 2008 Alaçam *et al.*, investigaram a eficácia do uso do ultra-som em combinação com o microscópio operatório na detecção do quarto canal em primeiros molares superiores extraídos. Foram utilizados 100 primeiros molares superiores extraídos e preparados pelo mesmo operador. Os dentes foram armazenados no timol durante duas semanas e depois foram preparados pelo mesmo operador. Foram utilizadas brocas Mueller (Brasseler, Savannah GA, USA) e uma escova fazendo movimentos entre o canal mesio-vestibular e o palatino, para remover ombros dentinários que recobrem o segundo canal mesio-vestibular. Como soluções irrigantes foram utilizadas hipoclorito de sódio a 2,6% e H₂O₂ a 3 %. Quando não foi encontrado o quarto canal usou-se o microscópio operatório (Möller-Wedel, Denta 300, Rosengarten, Wedel, Alemanha) em 16X de ampliação. Se ele ainda não encontrado no aumento 21, utilizou-se o ultra-som com ponta diamantada (ET40D tip, Satelec, Merignac, France, with Suprasson handpiece), e irrigação continua com água. Ao localizar o canal, este foi negociado com limas 6, 8, ou 10. Em seguida, foi seccionada a raiz disto-vestibular e radiografada digitalmente no sentido vestíbulo-palatino e mesio-distal. Os canais não encontrados foram seccionados a 4 e 8 mm do ápice e observados ao microscópio. As técnicas foram analisadas e comparadas estatisticamente sob a análise do receptor

operacional característico de curvas (ROC). Sem microscopia foi encontrado o canal em 62 dentes. Com microscópio foi encontrado em mais 5, com ultra-som e microscópio em 7 e após a secção em 8. Dezoito dentes tiveram um único canal mesio-vestibular. A conclusão deste estudo foi que a utilização do microscópio operando em combinação com ultra-som aumentou a taxa de detecção do segundo canal mesio-vestibular em primeiros molares permanentes superiores.

Godfrey et al., (2014) compararam a eficácia de corte de dentina de quatro pontas de ultra-som de uso comum CPR-3D (Obtura Spartan, Algonquin, IL), BL 6A (B&L Biotech, Bala Cynwyd, PA), PUENDO2 (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK), and WH1 (eie2, San Diego, CA). As pontas foram ativadas com o mesmo ultra-som e na mesma potência recomendada pelo fabricante. Os autores Eles concluíram que a ponta CPR-3D removeu significativamente maior quantidade de dentina quando comparado com as outras pontas, o qual pode estar ligado a estabilidade do CPR-3D, forma e topografia.

2.4.2. Aumento da ação de substâncias irrigadoras

O objetivo do tratamento endodôntico consiste em remover o tecido necrótico ou vital do sistema de canais. A anatomia complexa dos canais radiculares reduz a efetividade da instrumentação. Desta forma temos de usar substâncias irrigadoras durante o preparo químico-mecânico para eliminar tecido pulpar, microrganismos, debris, neutralizar endotoxinas e lubrificar as paredes do canal, além da desinfetar as áreas inacessíveis aos instrumentos.

Muitos estudos têm sido publicados sobre o uso ultra-som para ativar o irrigante e aumentar seu contato com as paredes do conduto diminuindo assim a carga bacteriana. A irrigação ultrassônica passiva (IUP) é chamada de passiva devido à que sua utilização limitada a ciclos curtos e sem alterar a morfologia das paredes do canal.

PUI se baseia na transição de energia acústica em oscilações entre 25 e 30 KHZ a um irrigante no canal radicular, a sua eficácia implica a remoção efetiva de debris dentinario, microrganismos e tecidos orgânicos do canal radicular. Devido ao fluxo ativo do irrigante, seu potencial de fazer contato com uma área de superfície maior da parede do canal radicular será aumentado. (cohen, 2011)

A irrigação do sistema de canais radiculares, tradicionalmente é feita com uso de agulhas de pequeno calibre acopladas em seringas. Muitos estudos vêm surgindo, para aprimorar a técnica e os métodos de irrigação (Kreling, 2014)

Costa et al (1986), utilizando uma rigorosa metodologia para morfometria, sob microscópio óptico, verificaram a capacidade de limpeza dos canais radiculares, determinando o percentual de detritos em relação à área do canal, presentes no interior do canal após irrigação final convencional e ultrassônica. Os autores observaram que a irrigação com liquido de Dakin energizado pelo ultra-som proporcionava maior limpeza nos terços, médio e apical, em comparação à irrigação-aspiração convencional.

Brosco et al. (1987) realizaram um estudo in vitro para avaliar a evidência da formação da corrente microacústica, e sua influência sobre a smear layer. Observaram que os condutos apresentavam áreas desiguais de dentina livre de smear layer. Isso por que a lima não estava suficientemente umectada para produzir uma corrente microacústica, a qual resulta em forças hidrodinâmicas, que contribuem na remoção da camada de smear layer.

Lumley et al. (1993) investigaram a capacidade de remoção de debris e smear layer do interior de canais de pré-molares inferiores, comparando a técnica ultrassônica com a sônica. Através da análise em microscopia eletrônica de varredura, observaram que ambas as técnicas não foram capazes de limpar completamente as paredes dos canais instrumentados, não havendo diferença significativa entre as duas.

Em (2002), Guerisoli et al. avaliaram a remoção do smear layer pelo EDTAC e hipoclorito de sódio ativados pelo ultra-som. Vinte incisivos inferiores extraídos e conservados em timol 0,1% foram divididos aleatoriamente em 4

grupos. O grupo 1 foi instrumentado com limas K-flex e irrigados com 1 ml de água destilada a cada troca de lima, num total de 10 ml, usando seringa manual para irrigação. No final foi ativado uma lima 15 com ultra-som a 1 milímetro do ápice anatômico. Finalmente foi irrigado com 5 ml do mesmo irrigante inicial. No grupo 2 utilizou-se hipoclorito de sódio a 1%; no grupo 3 utilizou-se hipoclorito alternado com EDTAC 15%. O ultra-som foi utilizado no final 30 segundos com cada substância e no grupo 4 não foi instrumentado manualmente mas foi irrigado e ativado com ultra-som, igual o grupo 3. Após instrumentação foram secos e cortados no sentido vestibulo-lingual. Em seguida foram submetidos a microscopia eletrônica de varredura e classificados quanto a presença de smear layer. Entre o grupo 1 e 2 não houve diferença e entre 3 e 4 houve semelhança estatisticamente significativa. Nesse experimento foi presumido que a baixa tensão superficial do tensoativo catiônico ativado pelo ultra-som possibilitou uma maior abertura dos túbulos dentinários, tornando a limpeza mais eficiente. O estudo mostrou que EDTA 15% alternado com hipoclorito de sódio 1% produzia os mesmos resultados com menor utilização do ultra-som e menor concentração do hipoclorito. Houve pouca diferença na análise dos terços das raízes num mesmo grupo, o que pode ser explicado pelo ultra-som e pelo EDTA. Concluíram que quando examinados isoladamente não houve diferença estatisticamente entre os terços de raízes de mesmo grupo. O EDTA associado ao hipoclorito de sódio ativado pelo ultra-som produziu resultados satisfatórios na remoção do smear layer.

Mayer et al.(2002) avaliaram a quantidade de debris após ativação do irrigante por duas pontas feitas com ligas diferentes acionadas pelo ultra-som, e a limpeza dos canais após duas técnicas de preparo com limas rotatórias. Foram avaliados 42 pré-molares e caninos extraídos, ambos com um canal apenas. Grupos 1 a 3 foram preparados com limas Profile e grupos 4 a 6 com limas Lightspeed. Todos os grupos foram irrigados alternadamente com hipoclorito de sódio a 5,25% e EDTA 17%. Grupos 1 e 4 foram controle, nos quais o ultra-som não foi ativado. Grupos 2 e 5 após preparo, cada irrigante foi ativado por 1 minuto com lima Kerr 15. A irrigação final foi feita com hipoclorito. No grupo 3 e 6 a ativação foi feita com um filamento fino de NiTi de ponta romba, flexível e preparada especialmente. As raízes foram divididas e as paredes do

canal examinadas em aumento de 15 x, 200 x, 400x em microscópio eletrônico de varredura. Concluíram que os irrigantes ativados por ultra-som não reduzem a quantidade de debris ou smear layer. Este resultado não foi alterado pelo material ou a forma do instrumento utilizado para transmitir a ativação ultrassônica.

Um estudo de Spoletti et al.(2003) citado por Hernandez et al. (2013) comprovou a efetividade da ativação ultrassônica do irrigante dentro do canal. Cultivaram três tipos de bactérias (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus viridans* e *Escherichia coli*) que foram inoculadas em condutos instrumentados e estéreis. Após a inoculação das bactérias realizou-se irrigação com solução salina, que foi levada para o canal com ajuda de uma seringa. A seguir, aplicou-se a ativação ultrassônica em ciclos de 10 segundos. Foi realizada cultura bacteriana e contagem da unidade formadora de colônias. Os autores concluíram que houve considerável diminuição da carga bacteriana, indicando que mesmo realizando a ativação ultrassônica do irrigante, é preciso que estes tenham propriedades bactericidas para se obter uma completa desinfecção do sistema de canais radiculares.

Em 2003, Sabins et al., pesquisaram se a irrigação sônica ou ultrassônica aplicada de forma passiva por 30 a 60 segundos poderia reduzir significativamente a quantidade de debris nos canais radiculares de molares inferiores, após a instrumentação manual e, dessa forma permitir uma diminuição no tempo de preparo do canal. Um total de 100 canais de molares foram utilizados após extração. Os canais foram preparados manualmente realizando o recuo de 0,5 milímetro a cada lima até chegar na lima 60 após feita a odontometria. Os canais foram irrigados com hipoclorito a 5,25% entre cada lima, sendo divididos em 5 grupos de 20. Grupo 1, controle; grupo 2, onde foi feita irrigação passiva sônica durante 30 segundos; grupo 3, onde foi feita irrigação passiva sônica durante 60 segundos; grupo 4, onde foi feita irrigação passiva ultrassônica durante 30 segundos; grupo 5, onde foi feita irrigação passiva ultrassônica durante 60 segundos. Todos os canais foram irrigados no final com 5 ml de hipoclorito de sódio a 5,25% e secos com pontas de papel absorvente. Com o auxílio de um microscópio cirúrgico, foi feito um sulco

longitudinal na raiz. Foram então obtidas as imagens que foram analisadas pelo Adobe Photoshop 5.0, observando o rastreamento da quantidade de pixels da superfície do canal com ou sem debris. Tanto o grupo sônico como o ultrassônico mostrou significativamente menos debris do que o grupo de controle. Quando os grupos irrigados ultrassonicamente foram comparados com grupos irrigados sonicamente, sem considerar o grupo de controle, verificou-se que os grupos irrigados ultrassonicamente tiveram significativamente menos debris de 0 a 3 milímetros e de 3 a 6 milímetros. Trinta segundos de ativação ultrassônica ou sônica produziram canais mais limpos do que só instrumentados manualmente. Concluíram que a utilização de limas ativadas com energia ultrassônica ou sônica produziu canais com significativamente menos debris, quando comparados aos ativados manualmente.

Gutarts et al (2005), compararam histologicamente a eficácia do preparo manual/rotatório, versus preparo manual/rotatório/ultrassônico em canais mesiais vitais de molares inferiores. Foram utilizados 36 dentes de adultos com vitalidade pulpar. Todos os canais da raiz mesial foram preparados com uma técnica manual/rotatória de instrumentação e após isso divididos em 3 grupos. O grupo 1, com 16 dentes, preparados com lima manual/rotatório sem irrigação ultrassônica. O grupo 2, com 15 dentes, preparados da mesma maneira mas com irrigação final durante 1 minuto usando ultra-som. O grupo 3, com 5 dentes vitais, usados como controle, e que não foram preparados. A adição de 1 minuto de irrigação ultrassônica ativada melhorou significativamente a média dos valores de limpeza em todos os 10 níveis. Produziu também uma limpeza mais consistente dos canais, visto o baixo desvio padrão na maioria dos níveis do grupo 2. Os valores de limpeza dos istmos melhoraram a partir o CT até o terceiro milímetro no grupo 1, 15-38%. A adição do ultra-som elevou os níveis de limpeza para 73-96%, em todos os níveis. Estudos in vivo, apesar de apresentarem algumas dificuldades como tempo e acesso, além da determinação do CT; são mais relevantes do que os realizados vitro, por se aproximarem das condições clínicas de trabalho do dia a dia. A utilização de agulha de 25 G irrigadora diferiu dos estudos anteriores, nos quais a substância irrigadora era depositada apenas na câmara pulpar. Nesse estudo, como a

agulha penetrou mais no canal, pode ter favorecido a sua limpeza. Concluíram que a adição do ultra-som durante 1 minuto no grupo 2 aumentou significativamente os valores de limpeza (73-96%) em todos os níveis avaliados, embora a limpeza completa dos istmos não tenha sido alcançada.

Por meio de uma revisão da literatura van der Sluis et al. (2007a), compararam a eficácia, mecanismos e efeitos da irrigação ultrassônica passiva e irrigação com seringa no preparo químico-cirúrgico de canais radiculares. A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir da base MEDLINE desde 1965, e resultou em um total de 54 artigos. Com base nessa revisão de literatura a IUP parece ser um coadjuvante na limpeza do sistema de canais radiculares, e mais eficaz que a seringa de irrigação.

No mesmo ano van Der Sluis et al. (2007b), avaliaram quarenta pré-molares com canal único em relação à influência da irrigação ultrassônica no selamento de canais radiculares obturados. Um total de 40 pré-molares mandibulares com canal único de formato oval foi distribuído igualmente em dois grupos. Os canais radiculares foram limpos e modelados e então obturados com guta-percha e cimento AH 26 utilizando a técnica de compactação térmica vertical com o dispositivo System B (Analytic Technology, Redmond, WA, E.U.A.). Dois dentes foram usados como controle negativo (a raiz foi totalmente coberta com verniz); e dois dentes como controle positivo (canais preenchidos com cone de guta-percha sem cimento). Foi aplicado a IUP (irrigação ultrassônica passiva) em um grupo após o término da instrumentação e irrigação manual. No outro grupo a IUP não foi aplicada. A seguir foi avaliada a microinfiltração da glicose através da medição de sua concentração uma vez por semana, durante 56 dias, usando um modelo de penetração da glicose. As diferenças entre os grupos em termos de glicose foram analisados estatisticamente com teste de Mann-Whitney. Após observação durante um mês constatou-se que nos dentes em que a IUP foi realizada houve um selamento significativamente melhor. O grupo que recebeu a IUP obteve após obturação dos canais uma microinfiltração de glicose significativamente menor que o grupo que não utilizou a IUP. Conclui-se que o selamento da obturação radicular foi melhor quando se utilizou a IUP

Ferreira et al. (2008), avaliaram a capacidade de diferentes substâncias químicas auxiliares na limpeza da dentina radicular quando energizadas com ultra-som, através da análise morfológica. Foram avaliados 28 incisivos inferiores de canal único preparados com o sistema Hero 642 na sequência 25/12, 30/06, 35/02 e 40/02, até 1 milímetro do ápice. Os espécimes foram divididos em 4 grupos de 7 dentes. Durante o preparo químico-mecânico os dentes foram irrigados com 2ml de água destilada entre as limas. Cada grupo recebeu irrigação final com 10 ml de cada irrigante: água destilada, digluconato de clorexidina a 0,2%, hipoclorito de sódio a 2,5% e combinação de hipoclorito e clorexidina. As porções apicais foram submetidas ao processamento histológico e analisadas sobre microscopia óptica de 40X de ampliação. A água destilada e clorexidina obtiveram resultados semelhantes, demonstrando uma elevada quantidade de debris, enquanto o hipoclorito e o preparado foram mais eficientes. A irrigação final foi realizada durante 3 minutos, pois o ultra-som quando aplicado por um período de 3 a 5 minutos leva a uma melhor remoção dos debris dentinários. Os autores concluíram que com a ativação ultrassônica, o hipoclorito de sódio 2,5% e a combinação de hipoclorito com clorexidina tiveram ação semelhante, enquanto que a clorexidina 0,2% e água destilada deixaram quantidade elevada de debris.

Mozo et al. (2012) fizeram uma revisão da literatura avaliando o incremento da ação da solução irrigadora. A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir de base de dados MEDLINE e Cochrane. Publicações de 1990 a 2010 foram analisadas. 159 artigos, entre revisões de literatura e ensaios experimentais relacionados à irrigação ultrassônica em endodontia. Foram utilizados, proporcionando um total de 28 publicações. Com base nessa revisão de literatura os autores concluíram que a irrigação mais aconselhável é a convencional na fase inicial do preparo do canal, passando então para irrigação ultrassônica passiva intermitente, depois do preparo do sistema de canais. A combinação da irrigação convencional com a irrigação ultrassônica facilita o processo e melhora a eliminação de bactérias e da camada de smear layer em todo o sistema de canais, contribuindo assim para maiores taxas de sucesso do tratamento endodôntico.

Yeom-Jee et al (2013) compararam a eficácia de limpeza de diferentes regimes de irrigação final no canal e istmo dos molares inferiores. Visaram também avaliar a influência de variáveis relacionadas à limpeza e à eficácia dos sistemas de irrigação. Canais mesiais da raiz mesial de 60 molares inferiores foram preparados com a técnica crown-down, utilizando-se como irrigante NaOCl a 5,25%. Em seguida, os dentes foram divididos em quatro grupos experimentais de acordo com a técnica de irrigação final: Grupo C, irrigação seringa; Grupo L: ativação ultra-sônica, Grupo SC: VPro StreamClean irrigação; Grupo EV, irrigação com EndoVac. A análise estatística foi concluída por meio do teste de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney para a comparação entre os grupos. Análise linear multivariada visou identificar as variáveis significativas (reposição regular de bloqueio irrigante, vapor gestão e ativação ultrassônica de irrigante), afetando a eficácia da limpeza dos grupos experimentais. Os resultados mostraram que o grupo SC e EV tiveram valores significativamente maiores de limpeza do canal que os grupos C e U em 1 nível mm ($p < 0,05$) e maiores valores de limpeza de istmo que o grupo U a 3 mm e em todos os níveis do grupo C ($p < 0,05$). A análise de regressão linear multivariada mostrou que todas as variáveis tiveram correlação positiva no nível 1 mm de canal e em todos os níveis de istmo com estatística significativa. Como conclusão observaram que ambos VPro StreamClean e sistema EndoVac mostraram resultados favoráveis como regimes de irrigação final para a limpeza de detritos em canais curvos e com istmos. O debridamento do istmo depende de variáveis do que dos canais propriamente ditos.

Herrera et al., (2013) avaliaram a influência da ativação ultrassônica de EDTA na redução dos níveis de endotoxina em infecções endodônticas primárias. O grupo ativado por ultra-som mostrou maior redução quando comparado a irrigação sem ativação, concluindo que a utilização do ultra-som na irrigação final com EDTA promove a redução dos níveis de endotoxinas.

Neelakantan et al (2014) em um estudo in vitro avaliaram o impacto de três protocolos de irrigação ativados por três métodos diferentes: ultrassônica e 2 tipos de laser (laser de diodo e Er:YAG) sobre biofilme de *Enterococcus faecalis* cultivados em dentina de raiz. Foram selecionados 280 premolares com ápices

fechados. Os canais foram acessados e o comprimento determinado usando uma lima K número 10. Os dentes foram standardizados em um comprimento de 19 mm, sendo comprimento de trabalho em 18 mm. A instrumentação foi realizada com sistema Mtwo e os canais irrigados com hipoclorito de sódio a 30%. Os dentes foram colocados em banho de ultra-som com hipoclorito de sódio a 5.25% e EDTA a 17% por 5 minutos cada eliminação da smear layer. Os dentes foram lavados e autoclavados por 20 minutos. Depois foram colocados em tubos estéreis contendo 3 ml de uma suspensão BHI com *Enterococcus faecalis* e incubados por quatro semanas. Após esse tempo os dentes foram divididos em quatro grupos (n = 80). Grupo 1 irrigação com NaOCl e ácido etidrônico 18%; grupo 2 (NaOCl-EDTA), NaOCl 13%, seguido por EDTA 17%; grupo 3 (NaOCl-EDTA-NaOCl), hipoclorito de sódio 3% seguido por EDTA 17% e uma lavagem final de NaOCl. Solução salina serviu como controle. As amostras foram subdivididas em quatro subgrupos (n = 20) com base no método de ativação: subgrupo A, nenhuma ativação; subgrupo B, ativação ultrassônica; grupo C, laser de diodo; grupo D, Er: YAG laser. Todos os protocolos de irrigação experimental causaram a destruição completa do biofilme na luz do canal. Dentro dos túbulos dentinários todos os grupos tiveram uma percentagem significativamente mais elevada de bactérias mortas do que o grupo controle de solução salina ($P < 0,05$). Não houve diferença significativa entre NaOCl + ácido etidrônico e NaOCl-EDTA ($P > 0,05$). Não houve diferença significativa entre o laser de diodo e Er: YAG em qualquer um dos grupos. Ambos laser diodo e Er: YAG foram mais eficazes do que a ativação ultrassônica e irrigação convencional com seringa na redução biofilmes *E. faecalis*. Eles concluíram que o uso de hipoclorito de sódio após ou em combinação com um quelante causou a maior redução de *E. faecalis*. A ativação do laser de diodo e Laser Er: YAG foi superior ao ultra-som na desinfecção dos túbulos dentinários

Martins et al. (2014) comparam a eficácia de remoção de smear layer da solução salina, hipoclorito de sódio e clorexidina com e sem ativação ultrassônica das irregularidades simuladas no terço apical. Utilizaram 90 incisivos bovinos que foram padronizados em 16 mm e instrumentados até lima k # 80. O comprimento de trabalho foi de 15 mm e o canal foi irrigado após o

uso de cada. Os dentes foram divididos em três grupos principais (n=28), dois subgrupos e um grupo controle (n=28). Grupo 1, solução salina: 6ml + 5 ml EDTA a 17 % + 2 ml de solução; Grupo 2, NaOCl :a 2.5 % 6 ml + 5 ml EDTA a 17%+ 2 ml de NaOCl; Grupo 3, CHX : 6 ml 2 % CHX + 5 ml EDTA 17 % + 2 ml CHX. E subgrupos. Grupo 1.b Solução salina / IUP: 6 ml de solução salina + IUP durante 1 minuto (3 ativações de 20 segundos) + 5 ml de EDTA. Grupo 2.b NaOCl / IUP: 6 ml 2.5 % NaOCl + IUP durante 1 minuto (3 ativações de 20 segundos) + 5 ml de EDTA al 17% + 2 % 2,5 ml de NaOCl. Grupo 3.b. CHX / IUP: 6 ml 2 % CHX + IUP durante 1 minuto (3 ativações de 20 segundos) + 5 ml de EDTA al 17% + 2 ml 2 % CHX. Houve uma associação entre a remoção de smear layer e os protocolos de irrigação utilizados. Não se observou associação entre a remoção da smear layere as soluções irrigantes. Os autores concluíram que os protocolos de irrigação final que utilizaram IUP foram mais eficazes na eliminação dos debris das irregularidades simuladas no terço apical do canal.

Kreling (2014) analisou e comparou três protocolos de irrigação para a remoção de smear layer do terço apical de raízes curvas. Foram utilizados 47 canais mesio-vestibulares de molares inferiores com curvaturas entre 20° e 40°. Os mesmos foram instrumentados com sistema Reciproc R25 e irrigados com NaOCl a 2.5%. Após isso foram divididos em três grupos (n=15) e um grupo controle (n=2). Grupo 1 (irrigação convencional) com 5ml de EDTA 17% a 30 s e 5 ml de NaOCl 2.5% a 30 s; Grupo 2 (irrigação ultrassônica passiva) com 2.5 ml de EDTA 17 %, ativação por 30 segundos com irrisonic, de 0.2 mm de diâmetro e 0.1 de conicidade, 3 mm aquém do CRT. Este procedimento foi repetido duas vezes e os canais irrigados com 2.5 ml de NaOCl 2.5% e ativados por 30d com IUP, e uma irrigação final com 2,5 ml de NaOCl 2.5%. Grupo 3 (irrigação EndoSafe), realizando o mesmo ciclo de irrigação que o grupo 2, e ativando com o dispositivo EndoSafe. Como conclusão relatou que os grupos EndoSafe e ultrassônico apresentaram melhores resultados quando comparados com a irrigação convencional (IUP 40 %, Endo Safe 26,7%, IC 6,7% sem smear layer). Concluiu-se que a irrigação ultrassônica apresenta melhores resultados que os outros métodos.

2.4.3. Remoção de obstruções intracanal (instrumentos separados, pinos intrarradiculares, cones de prata, pinos metálicos fraturados)

Uma das complicações mais frequentes na prática endodôntica é a remoção de obstáculos intracanal tais como: material de obturação (guta-percha e cones de prata), instrumentos fraturados, pinos intrarradiculares.

O ultra-som pode ser útil para superar estas complicações, havendo muitas pontas ultrassônicas disponíveis, desenhados, especificamente para a remoção de obstáculos. O microscópio cirúrgico é necessário, uma vez que a visão direta do canal radicular é importante quando se utiliza estes instrumentos (van der Sluis, 2007)

Os pinos intrarradiculares podem ser tirados por meio de aplicação de ultra-som. Este produz inicialmente a fratura do agente de cimentação entre o pino e a estrutura dentária a nível coronário, facilitando a remoção do pino. Segundo van der Sluis (2007) a aplicação de ultra-som por 10 minutos pode reduzir a retenção do fosfato de zinco e cimento de ionômero de vidro em 39% e 33% respectivamente.

Há uma série de fatores a considerar sobre a remoção de um pino intrarradicular, tais como: tipo de pino (fundido ou pré-fabricado), a orientação do pino (paralelo ou cônico, liso ou canelado, parafusado ou cimentado), o cimento, e o comprimento da inserção. Outros fatores a serem considerados na remoção de um pino é seu diâmetro, comprimento da inserção e desenho (Padrón, 2006)

Um estudo foi realizado por Smith et al. (2001), citado por Padrón (2006), envolvendo trinta pacientes nos foi feita a remoção de pinos intraconduto. Foi correlacionado o tempo de aplicação do ultra-som com a longitude do pino intrarradicular, estabelecendo que para a remoção de um pino de longitude de 6 mm, o tempo máximo o tempo máximo requerido foi de 6 minutos. Os autores propõem que a cada mm do pino, o tempo de aplicação do ultra-som o tempo

de aplicação seja de um minuto, independentemente do tipo de cimento utilizado.

Dependendo da necessidade da visão direta, a refrigeração com água pode ser usada. Segundo Dominici et al. (2005) citado por van der Sluis (2007), a aplicação de ultra-som por mais de 15 segundos sem refrigeração pode gerar um aumento na temperatura da superfície da raiz. Para Budd et al (2005) citado por van der Sluis (2007), o uso do ultra-som sem refrigeração pode exceder o limite de temperatura aceitável de 10°C, o que pode gerar lesões no ligamento periodontal. Um fluxo de 30ml/min é aconselhado. Aplicação ultrassônica sem refrigeração no pino, por mais de 15 segundos, gera alta temperatura

Muitos artigos discutiram a importância da espessura de dentina remanescente na transição de temperatura com instrumentos ultrassônicos. Ruddle (2004) indicou que a dentina não é um bom condutor térmico, o que significaria que protege o ligamento periodontal do aumento de temperatura dentro do dente. Segundo Nicoll & Peters (1998) o aumento de temperatura dentro do dente está inversamente relacionado com a espessura da dentina durante o preparo. Gluskin et al. (2005) citado por Brook et al. (2008), recomendaram que avaliações radiográficas deveriam ser feitas antes da intervenção para determinar a espessura da dentina remanescente. Espessuras inferiores a 1 mm poderiam transmitir o calor rapidamente, concordando com o trabalho de Dominici et al. (2005).

Há muitos fatores envolvidos no momento de decidir o que fazer com os instrumentos fraturados dentro do canal radicular. Devemos sempre considerar as vantagens e desvantagens da remoção. Métodos utilizados antigamente eram muitas vezes extremamente destrutivos e sem sucesso (Nigel et al., 2005).

Ward et al. (2003), avaliaram clinicamente uma técnica ultrassônica com auxílio de microscópio óptico para remoção de instrumento rotatório de NiTi fraturado em canais radiculares. Foram utilizadas pontas ultrassônicas CPR (Obtura-Spartan Corp, Fenton, MO). Vinte e quatro casos foram envolvidos, sendo retirados os fragmentos em menos de 45 minutos, salvo oito de nove

casos em que o fragmento se encontrava após a curvatura do canal. O fator limitante do tratamento foi a capacidade de segurança sempre quando o fragmento localizava-se na porção reta, e quando na porção curva ocorria o risco de perfuração do canal. A técnica de ultra-som realizada com pontas CPR associadas ao acesso criado por brocas de Gates, foi considerada um sucesso quando o fragmento se encontrava no segmento reto do canal e podia ser visualizado com microscópio. Cuidados devem ser tomados para evitar acidentes quando o fragmento encontrar-se na curvatura do canal.

Segundo Raiden G. Et al (2003), citado por Plotino et al. (2007) a avaliação radiográfica da espessura de dentina residual durante o preparo da plataforma pode ser enganosa por causa da imprecisão de interpretação radiográfica. A superestimação pode levar a um sobre-preparo do canal radicular ou a uma perfuração

Segundo Nigel J.(2006) em um estudo de 60 casos clínicos avalio as complicações *in vitro* e *in vivo* como resultado da remoção de limas fraturadas, com o uso do ultra-som. Concluíram que a taxa de sucesso e perfuração durante as remoção de limas fraturadas são similares, e que a remoção de limas fraturadas do terço apical em canais curvos não deve se tentar rotineiramente

No ano 2007, Christopher et al. avaliaram o aumento da temperatura relacionado com a potência, durante a remoção de pinos. A amostra foi dividida em 3 grupos: sem refrigeração, com refrigeração de ar, com refrigeração de água. Os autores concluíram que a melhor refrigeração é aquela que trabalha com água e com a potência média.

Um estudo foi realizado por Coniglio et al. (2008) citado por Hernandez et al, (2013) Observaram que em condutos de formato oval são os que remove pinos mais frequentemente. Compararam os resultados obtidos na hora da remoção do pino, com o uso de uma broca largo #2, ultra-som com ponta de secção circular e ultra-som com ponta de secção oval. Eles concluíram que o melhor preparo do conduto é com ultra-som, e dentro destes com a ponta de secção oval. Os melhores resultados foram no terço médio e coronário do conduto,

produzindo menor número de túbulos dentinários abertos e menor quantidade de debris.

A utilização de dispositivos ultrassônicos para remoção de obstáculos intrarradiculares é de bastante utilidade. A maior vantagem é que em muitos casos, permite a abordagem do dente sem debilitá-lo e sem desgaste excessivo de estrutura dentária (Padrón, 2006).

Na maioria dos casos, a remoção de instrumentos fraturados muitas vezes é difícil e sem esperança. Até o momento, não existe nenhum procedimento padronizado para a remoção segura destes. Embora várias técnicas e dispositivos têm sido sugeridas, estas técnicas demonstraram um sucesso limitado, e muitas vezes causando danos significativos para a raiz restante. Complicações como resultado dessas técnicas incluem a perda excessiva de dentina do canal radicular, perfuração, e extrusão do instrumento através ápice. Por isso, muitas técnicas não podem ser usadas em canais curvos e atrexicos (Plotino et al, 2007).

Segundo Madarati et al. (2008), citado por Hernandez et al. (2013), as consequências sofridas nos dentes depois de ser submetidos a aplicação do ultra-som para remoção de limas fraturadas. Os autores usaram tomografia computadorizada para determinar o volume dentinário perdido, depois de retirar o instrumento fraturado que se encontrava no terço apical, médio e cervical. Concluíram que existe maior perda de estrutura dentária quando o fragmento se localiza no terço apical, seguido de quando está no terço meio e por último terço cervical.

2.4.4. Condensação ultrassônica da guta-percha

Dispositivos de ultra-som podem ser usadas no processo de obturação do canal radicular. No ano 1976, Moreno, citado Lasala (1992), utilizaram uma técnica de ultra-som para amolecer a guta-percha durante a obturação, chamando esta técnica como compactação termomecânica

O uso do ultra-som na etapa de obturação do canal radicular tem duas aplicações distintas: como administrador do cimento e como condensador de guta-percha para proporcionar um selamento tridimensional do canal (Hernandez et al., 2013)

Espalhadores ativados por ultra-som têm sido utilizados para plastificar a guta-percha na técnica de condensação lateral quente. Esta técnica é superior à condensação convencional lateral em relação às propriedades de selagem e densidade de guta-percha (Plotino et al, 2007). Espalhadores de ultra-som que vibram linearmente e produzem calor, plastificando a guta-percha, conseguem uma massa mais homogênea, com uma diminuição no número e tamanho de espaços vazios, produzindo uma obturação tridimensional mais completa do sistema de canais radiculares (van der Sluis 2007)

Stamos et al. (1995), compararam in vivo, a eficácia da distribuição do cimento em canais radiculares preparados, por meio de um cone de guta percha principal ou através de uma lima ativada por ultra-som. Cem pacientes tiveram um canal tratado por um mesmo operador, que usava a mesma técnica de limpeza e modelagem, isolamento absoluto, abertura da coroa, odontometria a 1 milímetro do ápice radiográfico e preparo endodôntico usando ultra-som e limas Hedstron no batente apical com irrigação de hipoclorito de sódio a 2,6% a cada troca de lima. Os dentes foram obturados com uma das técnicas escolhida aleatoriamente, em seguida selados com Cavit e submetidos a radiografia de 60KV e 0,5 segundos. Em seguida foram avaliados por dois endodontistas seguindo critérios padrões e avaliando a presença de canais secundários ou acessórios. Somente 4% (2 dentes) do grupo A (cimentação com cone de guta-percha) mostraram obturação de canais secundários ou acessórios. No grupo B (técnica do ultra-som) 24%, (12 dentes) mostraram cimento em canais acessórios ou secundários. O estudo in vivo revelou que, a distribuição do cimento utilizando ultra-som pode melhorar significativamente o preenchimento de canais acessórios.

Em 1997 Aguirre et al compararam os métodos manual e ultrassônico na distribuição do cimento e obturação dos canais radiculares utilizando 3 tipos de cimentos: Sultan, “Fórmula 14 de Grossman”; AH 26, e CRCS. O efeito desses

métodos sobre a densidade radiográfica, distribuição de cimento e selamento apical foram avaliados. Foram avaliados 130 incisivos com canal único e 42 primeiros e segundos molares superiores com apicigênese completa, sendo que foram considerados somente os canais mesio-vestibulares e mesio-linguais. Os canais foram limados até a lima 35, sendo que a patência foi realizada somente com a lima 15, e irrigação alternada com hipoclorito de sódio a 2,5 %. No final do preparo foi realizado a ativação ultrassônica feita com água e usando o aparelho ENAC (Osada; Tóquio, Japão), durante 30 segundos. Para levar o cimento nos canais foi utilizada uma seringa de pressão padronizada. Na cimentação manual a lima foi introduzida no canal e movimentada em espaços de 4 milímetros para cima e para baixo 10 vezes em 10 segundos. Na cimentação ultrassônica os mesmos movimentos foram repetidos, mas com o aparelho ativado. Os incisivos foram divididos em 6 grupos de 20, e 10 incisivos serviram de controle. Os canais de molares foram agrupados em 2 grupos de 20, e 8 canais de molares como grupo de controle. Após preenchimento com cimento todos os canais foram obturados com guta percha pela técnica de condensação lateral. Foram feitos os cortes das raízes e em seguida tomadas as medidas utilizando-se de um paquímetro digital de um microscópio de 20X. A distribuição dos cimentos foi avaliada através do exame de densidade radiográfica. O selamento apical foi avaliado através do exame da infiltração do corante. Além da tentativa de avaliar se a curvatura dos canais influenciavam na distribuição do cimento. Concluíram que o método ultrassônico foi mais eficaz que o manual.

No ano 2002 o estudo de Alexander et al. citado por Hernandez y et al. (2013) compararam os resultados em termos de densidade da guta- percha intracanal, a amostra foi dividida em: G1 condensação lateral, G2 aplicação do ultra-som (uso uma vez pra espalhar o cimento) e continuado com condensação lateral, G3 aplicação do ultra-som duas vezes (pra espalhar o cimento e condensação) para selar completamente a conduto. Indicam que a condensação lateral usando o ultra-som é melhor do que condensado convencional da guta-percha.

2.4.5. Cirurgia parendodôntica: preparo da porção final da raiz

A Cirurgia Endodontia é uma opção de tratamento para aqueles dentes com periodontite apical, cujo retratamento não cirúrgico não seria eficaz (Enrique, 2006). O uso do ultra-som adquiriu grande importância no preparo de cavidade retrógrada nas cirurgias pararendodônticas.(Hernandez et al., 2013)

Os primeiros relatos de preparo de cavidades apicais foram realizados por Bertrand et al., no ano 1976. Flath & Hicks, no ano de 1987, reportaram casos de cavidades retrógradas que foram realizadas com limas ultrassônicas modificadas e pre-curvadas para obter acesso para a zona apical, segundo De Paolis et al. (2010).

Na década dos noventa começou a aparecer no mercado as primeiras pontas ultrassônicas desenhadas especificamente para retrocavidades. A vantagem destas sobre as brocas é que menor quantidade de tecido ósseo é removido para se ter acesso ao ápice radicular seccionado. Também proporciona um preparo apical mais conservador, seguindo o longo eixo do dente, mantendo o canal centralizado (Cohen, 2011).

Para a maioria dos autores, a função principal do ultra-som na cirurgia endodôntica é o preparo retrógrado do ápice radicular para seu posterior selamento. Existe uma variedade de pontas ultrassônicas em diferentes angulações e formas, mantendo o formato apical com uma menor exposição dos túbulos dentinários (Hernandez, 2006).

Segundo estudos de Saunders et al, (1994), Layton et al, (1996), citados por Leonardo (2005), existe maior ocorrência de microtrincas na região apical com retrocavidades preparadas com o ultra-som, em relação ao uso de brocas. Para muitos autores, a eficiência de corte de ponta do ultra-som é reconhecida, mas apresenta efeitos nocivos, tais como micro-rachaduras apicais (van der Sluis, 2007).

Os estudos de Engel & Staiman (1995), Mehlhaff et al.,(1997) foram citados na revisão de literatura de De Paolis et al. (2010). Segundo os autores, os preparos retrógrados com ultra-som são mais conservadores e seguros. Para

Chou et al. (1997) as cavidades são mais limpas quando comparadas com a técnica tradicional. (Leonardo, 2005)

Gondim et al, (2002) citado por Hernandez et al (2013), avaliaram as alegações de autores como Layton, Lloyd & Waplington, que observaram que, após o preparo eficaz da cavidade retrógrada usando o ultra-som, existe microfissuras que poderiam ser resultados da vibração ultrassônica.

Diversos autores como Rainwater et al. (2000) relacionaram a alta intensidade, o aumento de temperatura, a morfologia do conduto na porção apical e a deficiente irrigação durante a preparação como causas de microfraturas. A presença destas poderia diminuir a taxa de sucesso das cirurgias parendodônticas, por abrigar microrganismos, além de permitir microinfiltrações (Padrón, 2006).

Segundo Leonardo (2005) o aparelho do ultra-som deve ser ajustado em uma escala 5 de potência, e as pontas devem ser empregadas após a apicectomia radicular com a finalidade de retro-preparo. Em relação ao acionamento do sistema de irrigação do aparelho, ele recomenda o uso de gluconato de clorexidina devido ao risco de contaminação da loja cirúrgica.

Padrón (2006) realizou uma revisão sistemática com base nos estudos existentes, com o objetivo de descrever os efeitos produzidos por o ultra-som na terapia endodôntica. Concluiu que o ultra-som demonstrou superioridade na cirurgia endodôntica durante o procedimento do preparo retrógrado da cavidade apical, pois permite uma abordagem mais conservadora e uma obturação retrógrada mais adequada, o qual melhora o prognóstico do tratamento.

2.4.6. Preparo do canal radicular.

Considerando-se que um dos princípios do preparo químico-mecânico é a limpeza químico-mecânica do sistema de canal radicular, determinada pela remoção de restos pulpare, microrganismos, material contaminado e raspas

de dentina, sendo que ultra-som pode atingir esse objetivo. (Mário Roberto, 2005)

Martin & Cunningham (1982) compararam as técnicas de instrumentação manual e endosônica quanto à quantidade de material extruído pelo forame apical do canal radicular. Eles concluíram que a instrumentação endosônica foi a que produziu menor quantidade de material extruído.

No ano 1985, Langeland et al., citado por Leonardo (2005), compararam, por meio de cortes histológicos transversais e longitudinais, os métodos de instrumentação sônica, ultrassônica e manual. Os autores observaram que nenhuma das técnicas foi capaz de limpar totalmente o sistema de canais radiculares. Esberard et al., 1987, obtiveram os mesmos achados histológicos, confirmando o estudo de Langeland et al. (1985).

Por outro lado, em 1986, Costa et al apresentaram uma sequência de uso do ultra-som, expondo os princípios gerais da instrumentação com ultra-som. Entre estes destacam-se: 1- O fluxo irrigante deve ser contínuo, de 30 a 40 ml por minuto; 2- A lima ultrassônica deve percorrer todo o comprimento de trabalho, não devendo ficar demasiadamente ajustada; 3- O movimento de instrumentação é realizado de modo suave e lento, com discreto percurso do movimento de limagem; 4- O tempo de atuação de cada lima em condições normais é de 60 a 90 segundos; 5- Finaliza-se o preparo do canal radicular pela irrigação ultrassônica com a lima número 15, mantida no centro do canal por um período de 30 a 60 segundos.

Fairbourn et al (1987) analisaram "in vitro" a quantidade de materiais extruídos dos canais radiculares, via forame apical, utilizando quatro técnicas de instrumentação: Convencional, Crown Down, Ultrassônica e Sônica. Eles concluíram que em todas as técnicas utilizadas, a extrusão foi um fator constante e classificaram-nas em ordem crescente em relação à quantidade de material extruído: Sônica, Cérvico-apical, Ultrassônica e Convencional.

Mckendry (1990) comparou "in vitro" a quantidade de material extruído através do forame apical de dentes instrumentados com três técnicas. Constatou que a técnica chamada de Força Balanceada proporcionou menor

extrusão de material pelo forame apical que as técnicas Endosônica e Step-Back. O autor concluiu também, que nenhuma das técnicas estudadas em sua pesquisa evitava a extrusão de material pelo forame apical.

Lee et al (1991) fizeram um estudo "in vitro" com o propósito de avaliarem a extrusão apical em canais radiculares instrumentados usando técnica Ultrassônica (Enac) e a instrumentação manual. Utilizaram modelos de dentes fabricados em resina transparente, contendo um canal no centro. Cada modelo de dente foi adaptado em cuba de plástico. O azul de metileno misturado em glicerina foi utilizado para marcar a extrusão, que foi avaliada por planimetria. Eles concluíram que não havia diferença estatística na quantidade de extrusão provocada pela utilização do ultra-som e aquela produzida pela instrumentação manual.

No mesmo ano Hollanda Pinto et al. (1991) avaliaram, através da M.E.V., a eficiência de limpeza das técnicas de instrumentação manual, ultrassônica e combinação de ambas, trabalhando em caninos humanos. Empregaram para instrumentação manual, a técnica escalonada, cujo instrumento de memória era o de número 40 e o instrumento final o de número 60 e, para instrumentação ultrassônica, utilizaram limas número 15, 20 e 25 do tipo K-Flex, energizadas durante 1,5 minutos. Segundo a metodologia empregada e resultados obtidos, puderam concluir que a eficiência de limpeza proporcionada pelas técnicas de instrumentação tem a seguinte ordem decrescente: manual com ultra-som final, ultrassônica e manual.

Brosco et al. (1991), verificando a capacidade de limpeza promovida pela técnica de instrumentação escalonada isolada ou coadjuvada pelo ultra-som, utilizaram 20 incisivos preparados por ambas as técnicas e observados em microscopia óptica em dois níveis: ao nível do limite apical de instrumentação (3mm aquém do ápice radicular) e o outro 1mm aquém do ápice radicular. Os resultados desse estudo foi que, a instrumentação ultrassônica aumenta a capacidade de limpeza dos canais radiculares, além dos limites de instrumentação removendo debris que possam estar retidos na luz do canal e em suas paredes durante a instrumentação.

Giardino (1994) comparou a eficiência de limpeza, dos canais radiculares, utilizando duas técnicas de instrumentação, sendo uma mecânica escalonada e outra ultrassônica, em vinte e sete dentes de macacos recém-extraídos. Através do exame histológico, observou que nenhuma das duas técnicas foi eficiente na remoção da camada de smear layer e na limpeza da luz dos canais, e que não houve diferença estatística entre as técnicas.

Os instrumentos usados para preparação ultrassônica geralmente são limas k standardizadas de acordo com as normas da ISSO. São fabricados em diâmetros de #15 a #40. Também se diferenciam de outros instrumentos como limas diamantadas, tendo como vantagem o alisado da superfície das paredes do conduto radicular, obtendo superfícies mais uniformes (Ingle, 1996). Assim o movimento aplicado por estes instrumentos durante a preparação é um movimento de limagem, em forma longitudinal para poder obter assim um maior desgaste da dentina. Este movimento é também circunferencial, em contato com as paredes do conduto, com a finalidade de proporcionar uma forma cônica uniforme, considerada ótima para a limpeza e obturação do conduto.

No ano 2002 Berbert et al., citados por Leonardo (2005) compararam por meio de sobreposição radiográfica sob aumento de 20x a modelagem em canais mesio-vestibulares de molares superiores submetidos ao preparo ultrassônico com limas de ponta inativa (Flexofile) ou limas convencionais acopladas ao inserto endodôntico. O aparelho usado foi o ENAC ajustado na potência 3. É a sequência de preparo foi com as limas 15, 20, 25 sem pré-curvamento e usadas com o CRT por dois minutos. Concluíram que as limas com ponta inativa determinaram desvios significativamente menores aos oferecidos pelas limas convencionais.

Alguns autores relatam desvios apicais durante o uso do ultra-som no preparo químico-mecânico com limas de diâmetro maior que #15. Entretanto para Leonardo (2005), o preparo com ultra-som até lima #25 no CRT, em canais curvos e atresícos, é seguro, ainda mais mediante o emprego de pontas inativas.

O ultra-som não deve ser usado em pacientes portadores de marca-passo cardíaco, pois pode haver interferência neste aparelho.

Concluindo, pudemos observar, de acordo com as citações, que são várias as aplicações do ultra-som na Endodontia, devendo este fazer parte do armamentário do endodontista.

3- CONCLUSÕES

Baseados nos trabalhos revisados, podemos concluir que:

- Ultra-som pode ser usado na localização de condutos radiculares, principalmente o MB2, que geralmente se encontra embaixo do colar de dentina na parede mesial dos molares superiores.
- O ultra-som é uma tecnologia que pode ser aplicada nas diferentes etapas do tratamento endodôntico tais como: abertura, irrigação, preparo do canal radicular, colocação de medicação intracanal, obturação assim como na remoção de obstruções dentro do canal, devendo parte do armamentário do endodontista.

REFERÊNCIAS

1. Alaçan, T.; Tinaz, AC.; Genc O.; Kayaoglu G. Second mesobuccal canal detection in maxillary first molars using microscopy and ultrasonics. **Aust. Endod. J.** 2008; 34:106–9.
2. Brooks B, Horan MA, Tordik G.I, Gary G. Effect of dentin thickness on root surface temperature of teeth undergoing ultrasonic removal of posts. **J Endod** 2008;34:453–5
3. Brosco HB, Prates AV, Nishiyama C.K, Alberto C. Análise comparativa do preparo biomecânico biescalonado isolado ou coadjuvado por ultrasonificação na limpeza dos canais radiculares. **R.G.O.**1991; 48:21-5.
4. Buchanan LS. Innovations in endodontics instruments and techniques: how they simplify treatment. **Dent Today** 2002;21:52–61.
5. Budd JC, Gekelman D, White JM. Temperature rise of the post and on the root surface during ultrasonic post removal. **Int Endod J.** 2005; 38:705-11.
6. Christopher A, Ettrich E, Labossière DL, James DJ. An Investigation of the Heat Induced during Ultrasonic Post Removal. **J Endod** 2007;33:1222–6
7. Clark D. The operating microscope and ultrasonics: a perfect marriage. **Dent Today.**2004;23:74–81
8. Coniglio I, Carvalho CA, Magni E, Cantoro A, Ferrari M. Post space debridement in oval-shaped canals: the use of a new ultrasonic tip with oval section. **J Endod** 2008;34:752–5.
9. Costa WF, Antoniazzi JH; Campos MNM, Pecora JD; Robazza CRC. Avaliação comparativa, sob microscopia ótica, da capacidade de limpeza da irrigação

- manual convencional versus ultra-sônica dos canais radiculares. **Rev. Paul. Odontol.** 1986; 5:50-60.
10. Deitch AK, Liewehr FR, West LA, Patton WR. A comparison of fill density obtained by supplementing cold lateral condensation with ultrasonic condensation. **J Endod.** 2002; 28:665-7.
 11. Dominici JT, Clark S, Scheets J, Eleazer PD. Analysis of heat generation using ultrasonic vibration for post removal. **J Endod** 2005;31:301-303.
 12. Engel TK, Steiman HR. Preliminary investigation of ultrasonic root end preparation. **J Endod.** 1995;21:443-445.
 13. Ferreira RB, Marchesan MA, Silva YT; Sousa NM.. Effectiveness of root canals debris removal using passive ultrasound irrigation with chlorhexidine digluconate or sodium hypochlorite individually or in combination as irrigants. **J Contemp Dent Pract.** 2008 1;9:68-75.
 14. Gianfranco DP, Valentina V, Prencipe M, Milana V, Plotino G. Ultrasonics in endodontic surgery: a review of the literature **Annali di Stomatologia** 2010; 2:6-10
 15. Gluskin AH, Ruddle CJ, Zinman EJ. Thermal injury through intraradicular heat transfer using ultrasonic devices: precautions and practical preventive strategies. **J Am Dent Assoc** 2005;136:1286–93.
 16. Gondim EJ, Gomes BPFA, Ferraz CC, Batista Teixeira F, De Souza-Filho. Effect of Sonic and Ultrasonic Retrograde Cavity Preparation on the Integrity of Root Apices of Freshly Extracted Human Teeth: Scanning Electron Microscopy Analysis. **J Endod.** 2002;9:646– 50.

17. Gutarts, R.; Nusstein, J.; Beck, M. In: Vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod.* 2005;31:166-70.
18. Hargreaves KM, Cohen S. **Caminhos Da Polpa**; Elsevier, -Rio de Janeiro; 2011.
19. Hernández HE.; Riobos GMF, Alvarez MJ. Aplicaciones del Ultrasonido en Endodoncia. **Cient. Dent.** 2013;10:7-14
20. Herrera DR, Santos Z, Tay, TLY, Silva EJ, Loguercio, AD, Gomes BPFA, Efficacy of different final irrigant activation protocols on smear layer removal by EDTA and citric acid. **Microsc Res Tech.** 2013;76:364-9.
21. Ingle J, Bakland L, Peters D, Buchanan S, Mullaney T. **Preparación de la cavidad endodóntica, en: Ingle J, Bakland L.** editores, Endodoncia, 4º Ed. México, McGraw-Hill Interamericana, 1996, Cap.3
22. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, Vander SD. Influence of the oscillation direction of an ultrasonic file on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. **J Endod.** 2010;36:1372–76
23. Kreling TF. **Análise comparativa da irrigação convencional, irrigação ultrassônica e Sistema EndoSafe na remoção do magma dentinario do terço apical de raízes curvas** [Dissertação]. São Paulo: USP/FO; 2014.
24. Lasala A. Endodoncia, 4º Ed. Barcelona, Masson Salvat, 1992, Cap. 20, pp. 461
25. Layton C, Marshall G, Morgan L, Baumgartner C. Evaluation of cracks associated with ultrasonic root end preparation. **J Endod.** 1996; 22:157-60.

26. Lee SJ, Strittmatter EJ, Lee CS. A comparison of root canal content extrusion using ultrasonic and hand instrumentation.[abstract] **Endod. Dent. Traumatol.**1991;7:65-8
27. Leonardo MR. Endodontia – Tratamento De Canais Radiculares – Princípios Técnicos E Biológicos, Artes Médicas, 2005, Cap. 18.
28. Madarati AA, Qualtrough AJ,Watts DC. Factors affecting temperature rise on the external root surface during ultrasonic retrieval of intracanal separated files. **J Endod** 2008;34:1089–92.
29. Martin H, Cunningham W. Endosonics endodontics: The ultrasonic synergistic system. **Int Dent J.** 1984; 34: 198-203
30. Martin H. Ultrasonic disinfection of the root canal. [abstract]. **Oral Surg., Oral Med., Oral Phatol.**, 1976;42: 92-9
31. Martins AJ, Abreu RM, Favarin MS, Cardoso FMB, Pereira JR. Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. **J Endod.** 2014;40:2009-14
32. Matthew PG, James CK, Walker MP. A comparison of the dentin cutting efficiency of 4 pointed ultrasonic tips. **J Endod** 2013;39:897–900
33. Mayer BE; Peters OA. Barbakow F. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigations on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopy study. **Inter Endod J.**2002;35:582–9.
34. Mehlhaff DS, Marshall JG, Baumgartner JC. Comparison of ultrasonic and high-speed-bur root-end preparations using bilaterally matched teeth. **J Endod.** 1997;23:448-52.

35. Mozo S, Llena C, Forner L. Review of ultrasonic irrigation in endodontics Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**. 2012 1;17:e512-6.
36. Neelakantan P, Cheng CQ, Mohanraj R, Sriraman P, Subbarao C, Sharma S. Antibiofilm activity of three irrigation protocols activated by ultrasonic, diode laser or Er:YAG laser in vitro. **Int Endod J**. 2014 Jul 30. [Epub ahead of print]
37. Nicoll BK, Peters RJ. Heat generation during ultrasonic instrumentation of dentin as affected by different irrigation methods. **J Periodontol** 1998;69:884–8.
38. Nigel JS, Harold H. Messer. Complications associated with fractured file removal using an ultrasonic technique. **J Endod**. 2005;3:450-2.
39. Padrón JE. Ultrasonido en Endodoncia. Site Carlos Boveda 2006. Disponível em **URL**:
http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_50.htm
40. Pécora JD, Guerisoli DMZ. Ultra-som. 2004.
<http://www.forp.usp.br/restauradora/us01.htm>
41. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. **J Endod** 2007;33:81–95.
42. Raiden G, Koss S, Costa L, Hernandez JL. Radiographic measurement of residual root thickness in premolars with post preparation. **J Endod** 2001;27:296–8.
43. Rainwater A, Jeansonne B, Sarkar N. Effects of ultrasonic root-end preparation on microcrack formation. **J Endod**. 2000;2: 72-5.
44. Ruddle CJ. Nonsurgical retreatment. **J Endod** 2004;30:827–45.

45. Sabins RA; Johnson JD; Hellstein JW. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molars root canals. **J Endod.** 2003; 29:674-8.
46. Sempira HN, Hartwell GR. Frequency of second mesiobuccal canals in maxillary molars as determined by use of an operating microscope: a clinical study. **J Endod** 2000;26:673-4.
47. Smith B. Removal of fractured post using ultrasonic vibration: an in vivo study. **J Endod.** 2001; 27: 632-4.
48. Spoleti P, Siragusa M, Spoleti MJ. Bacteriological Evaluation of Passive Ultrasonic Activation. **J Endod** 2003;29;1:12-4
49. Van der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: review of the literature. **Inter Endod J.** 2007;40: 415-26.
50. Van der Sluis. LWM Ultrasound in endodontics. **Quintessenz Endo** 2007;1:29-36
51. Ward JR; Parashos P, Messer HH. Evaluation of an ultrasonic technique to remove fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals: an experimental study. **J. Endod.** 2003;29:756-63.
52. Yoo YJ, Lee W, Kim HC, Shon WJ, Baek SH. Multivariate analysis of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques in the canal and isthmus of mandibular posterior teeth. **Restor Dent Endod.** 2013;38:154-9. Disponível em **URL:** <http://dx.doi.org/10.5395/rde.2013.38.3.154>
53. Zinner D. Recent ultrasonic dental studies, including periodontopathia, without the use of abrasive. **J Dent Res.** 1955;34:748-9. Disponível em **URL:** <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2813558/#!po=3.57143>