



## O uso de ultrassom na endodontia

The use of ultrasound in endodontics

El uso del ultrasonido en endodoncia

Antonio Victor da Rocha Santos<sup>1</sup>, Ayane Souza Vieira<sup>1</sup>, Arthur Brayer Moreira Oliveira<sup>1</sup>, Genivaldo da Costa Quintino Filho<sup>1</sup>, Samara Verçosa Lessa<sup>1</sup>.

### RESUMO

**Objetivo:** Apresentar os diversos usos do ultrassom na Endodontia clínica e enfatizar seus benefícios na prática endodôntica moderna. **Revisão bibliográfica:** O ultrassom foi introduzido na endodontia em meados do século 20, por Richman. No início era utilizado para a remoção de cálculos em periodontia, que posteriormente foi aprimorado para um sistema não rotativo de corte de tecidos duros e materiais restauradores. O uso se tornou mais útil em aplicações como acesso da cavidade com um melhor refinamento sem irregularidades que obstruam o canal e remoção de cálculos pulpares, remoção das obturações no retratamento de canal, otimização da ação das substâncias químicas auxiliares como hipoclorito de sódio, condensação ultrassônica de guta-percha, inserção do agregado de trióxido mineral (MTA), preparação do canal radicular e cirurgia parendodôntica. **Considerações finais:** Através do desenvolvimento da tecnologia durante anos o único metal utilizado foi o aço, que com o passar do tempo foi revestido com nitreto de zircônio e surgiram no mercado ponteiros de titânio. Quanto aos aparelhos, eles se diversificaram em dois tipos: o primeiro possui uma frequência que oscila controlada pelo cirurgião-dentista denominado ultrassom magnético, já o segundo é mais sofisticado e seleciona uma oscilação automática de acordo com seu uso conhecido como piezoelétrico.

**Palavras-chave:** Tecnologia Odontológica, Endodontia, Cavitação, Streaming Acústico, Tratamento do canal radicular, Procedimentos Cirúrgicos Minimamente Invasivos.

### ABSTRACT

**Objective:** To present the various uses of ultrasound in clinical endodontics and emphasize its benefits in modern endodontic practice. **Literature review:** Ultrasound was introduced in endodontics in the mid-20th century by Richman. At first it was used for the removal of calculus in periodontics, which was later improved to a non-rotating system for cutting hard tissues and restorative materials. The use has become more useful in applications such as cavity access with better refinement without irregularities that obstruct the canal and removal of pulp stones, removal of fillings in canal retreatment, optimization of the action of auxiliary chemicals such as sodium hypochlorite, ultrasonic condensation gutta-percha, insertion of mineral trioxide aggregate (MTA), root canal preparation and endodontic surgery. **Final considerations:** Through the development of technology for years, the only metal used was steel, which over time was coated with zirconium nitride and titanium tips appeared on the market. As for the devices, they have diversified into two types: the first has a

<sup>1</sup> Centro Universitário Cesmac, Maceió – AL.

frequency that oscillates controlled by the dentist called magnetic ultrasound, while the second is more sophisticated and selects an automatic oscillation according to its use known as piezoelectric.

**Keywords:** Dental Technology, Endodontics, Cavitation, Acoustic Streaming, Root canal treatment, Minimally Invasive Surgical Procedures.

## RESUMEN

**Objetivo:** Presentar los diversos usos del ultrasonido en la endodoncia clínica y enfatizar sus beneficios en la práctica endodóntica moderna. **Revisión bibliográfica:** Richman introdujo el ultrasonido en la endodoncia a mediados del siglo XX. Al principio se utilizó para la eliminación de cálculos en periodoncia, que luego se mejoró a un sistema no rotatorio para cortar tejidos duros y materiales de restauración. El uso se ha vuelto más útil en aplicaciones como acceso a la cavidad con mejor refinamiento sin irregularidades que obstruyen el canal y eliminación de cálculos pulpares, eliminación de obturaciones en el retratamiento del canal, optimización de la acción de productos químicos auxiliares como el hipoclorito de sodio, condensación ultrasónica gutta- percha, inserción de agregado de trióxido mineral (MTA), preparación de conductos radiculares y cirugía endodóntica. **Consideraciones finales:** A través del desarrollo de la tecnología durante años, el único metal utilizado fue el acero, que con el tiempo fue recubierto con nitruro de zirconio y aparecieron en el mercado puntas de titanio. En cuanto a los aparatos, se han diversificado en dos tipos: el primero tiene una frecuencia que oscila controlada por el odontólogo llamado ultrasonido magnético, mientras que el segundo es más sofisticado y selecciona una oscilación automática según su uso conocida como piezoeléctrico.

**Palabras clave:** Tecnología Dental, Endodoncia, Cavitación, Streaming Acústico, Tratamiento de Conducto Radicular, Procedimientos Quirúrgicos Mínimamente Invasivos.

## INTRODUÇÃO

Diversos tipos de frequências são audíveis e inaudíveis pelo nosso ouvido, sendo 20kHz o limite mínimo de audição normal do ser humano. Os aparelhos ultrassônicos possuem frequências em torno de 18kHz a 45kHz, sendo dividida em dois tipos de sistemas, o magnetoestrutivo e o piezoelétrico, o primeiro atuando na faixa de 18 a 45kHz e o segundo atuando em 30kHz. De acordo com a literatura, o segundo tipo de sistema ultrassônico é o mais utilizado atualmente e o método mais eficaz de trabalho devido a suas condições de oscilação não transformarem carga de trabalho em calor (CROZETA BM, et al., 2022). O ultrassom na endodontia surgiu como uma alternativa para a limpeza e preparação de canais radiculares de forma mais eficiente. A primeira aplicação clínica do ultrassom na endodontia foi realizada por Stock e Stock em 1958, quando utilizaram um aparelho de ultrassom para remover o tecido pulpar remanescente após a realização da instrumentação mecânica manual. Desde então, diversas pesquisas têm sido realizadas para avaliar a eficácia e segurança da utilização do ultrassom na endodontia (SIQUEIRA JF JR, 2002).

O ultrassom é um recurso importante na endodontia, pois permite a remoção de tecido pulpar remanescente e a limpeza de canais radiculares de forma mais eficiente. Os princípios básicos da utilização do ultrassom incluem a utilização de uma frequência específica e a aplicação de energia mecânica para remover os tecidos de forma segura. As indicações clínicas incluem casos de canais radiculares com curvaturas complexas, canais com tamanhos reduzidos e obstruções difíceis de serem removidas manualmente. Além disso, o ultrassom também é utilizado para detectar lesões endodônticas e para preparar o espaço para o uso de materiais obturadores (ANSAR A e HARISHSHETTY, 2018). Existem dois tipos de uso do ultrassom, o primeiro é a tecnologia de magnetostrução, método baseado em princípios da física para gerar oscilações mecânicas de alta frequência. É utilizado em uma variedade de aplicações, como por exemplo em equipamentos de limpeza ultrassônica. A magnetostrução é baseada no princípio de que, quando um material ferromagnético é submetido a um campo magnético variável, ele sofre uma variação de

comprimento, chamada de magnetostrição. Essa variação de comprimento é utilizada para gerar oscilações mecânicas de alta frequência, pois ela permite que as ondas sonoras sejam geradas com maior eficiência e precisão (GARG N e GARG, 2014).

Já o segundo método é o piezoelétrico, tipo de tecnologia utilizada em instrumentos de endodontia para gerar oscilações mecânicas de alta frequência. Esses instrumentos são compostos por uma ponta de metal que é colocada no canal radicular, onde ela gera ondas mecânicas que são transmitidas para a raiz do dente para remover os tecidos. A tecnologia piezoelétrica é baseada no princípio de que, quando um cristal piezoelétrico é submetido a uma carga elétrica, ele sofre uma variação de comprimento, gerando uma onda mecânica. A utilização de instrumentos piezoelétricos aumenta a precisão e eficiência na limpeza e preparo dos canais radiculares, e ainda reduz a possibilidade de fratura de instrumentos e lesões do canal (GARG N e GARG, 2014). Vale salientar que, a tecnologia de magnetostrição tem uma ampla desvantagem sobre a citada anteriormente, devido à sua alta temperatura de trabalho e não ser ideal para a endodontia cirúrgica por causa do seu movimento em oito ou elíptico (ALVES DW e SANTOS ES, 2022).

A técnica ultrassônica (US) é essencialmente um método não rotativo de corte de tecido dentário duro e materiais restauradores. Também é utilizada para detectar lesões endodônticas e para preparar o espaço para o uso de materiais obturadores. Além disso, ela é útil em casos de canais radiculares com curvaturas complexas, canais com tamanhos reduzidos e obstruções difíceis de serem removidas manualmente (ANSAR A e HARISHSHETTY, 2018).

Desde que os instrumentos foram padronizados e as pontas retromicrocirúrgicas foram introduzidas no mercado em 1980, essa técnica de instrumentação do canal radicular foi amplamente difundida e reconhecida como um complemento essencial na cirurgia perirradicular, tratamentos endodônticos, restaurações definitivas, manutenção da cadeia asséptica, selamento hermético obtido pela obturação, e, indicaram que contribuem para um sucesso clínico em radiográfico daquele elemento dental que foi realizado o tratamento endodôntico (ALVES DW e SANTOS ES, 2022).

O estudo se justifica, pois, o tema em questão é amplamente rico em diversos trabalhos realizados por vários autores em todo o mundo, onde inúmeros deles relataram uma taxa de sucesso maior do que os métodos convencionais para tipos de trabalhos diferentes no ramo da endodontia, havendo um benefício maior em se utilizar o uso do ultrassom na endodontia, o objetivo foi revisar os tipos de materiais utilizados, as técnicas, os mecanismos de ação e os usos mais frequentes.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### As principais tecnologias do ultrassom

O piezoelétrico utiliza um cristal que muda de dimensão quando uma carga elétrica é aplicada sobre ele, o instrumento gera oscilação mecânica sem calor através da deformação do cristal, resultando em um movimento linear “para frente e para trás”. Para endodontia cirúrgica é um movimento ideal para criar retropreparação (PLOTINO G, et al., 2007). Na magnetostrição ocorre a conversão de energia eletromagnética em energia mecânica. A peça de mão é submetida a um campo eletromagnético e como resultado são emitidas vibrações. Uma das suas principais desvantagens é a geração de calor exigindo uma resfriamento adequada para tal processo. Realiza um movimento elíptico que não é adequado para o uso endodôntico cirúrgico ou não cirúrgico (STACKPATH, 2001).

### Tipos de mecanismos de ação

A cavitação é o crescimento e colapso violento de uma homogeneidade preexistente preenchida com gás no fluido em massa. O movimento gera aumento de temperatura e pressão através do desenvolvimento de ondas de choque e formação de radicais livres, úteis durante o procedimento de raspagem, mas delimitados na terapia de canais radiculares (GARG N e GARG, 2014). O *streaming* acústico ocorre através da circulação em uma única direção de maneira estável, em movimentos circulares ou semelhantes a um vórtice. O fluido envolvido no processo de ultrassom possui uma velocidade pequena, mas a taxa de variação de velocidade

é alta. Dessa forma, ocorre a produção de grandes tensões de cisalhamento hidrodinâmico ao redor da lima, que pode interromper materiais biológicos (NABI S, 2018). De acordo com Ahmad et al., o streaming acústico foi suficiente na produção de canais mais limpos em comparação com a lima manual sozinha.

### Usos mais frequentes do ultrassom na endodontia

O acesso ao refinamento e remoção de cálculos pulpares possui diversas vantagens ao utilizar as pontas ultrassônicas endodônticas e não brocas, elas estão relacionadas a visão, cavitação e controle superior. Dessa forma, a ação de corte pode ser observada de maneira direta e precisa, as cavidades possuem um aspecto limpeza maior do que se é observada em meios de cavitações tradicionais. E a dentina pode ser escovada em menores incrementos facilitando a exposição de canais sem prejudicar a estrutura dentária (ANSAR A e HARISHSHETTY, 2018).

A remoção das obstruções no retratamento de canal faz-se necessário retirar todo o material obturador remanescente do elemento dentário para atingir o ápice radicular, entre eles podemos citar os cimentos restauradores e cones de guta-percha. É através do ultrassom que podemos remover instrumentos separados, pinos de canal radicular, pontas de prata e pinos metálicos fraturados (ANSAR A e HARISHSHETTY, 2018).

Maior parte da ação das soluções irrigadoras com a ultrassom dependem muito da energia ultrassônica produzida por ela, transmitindo estímulos energizados, produzindo um fluxo acústico e redemoinhos aumentando a eficácia do processo. A eficácia da irrigação depende da ação de descarga mecânica e da capacidade química dos irrigantes de dissolver o tecido (ANSAR A e HARISHSHETTY, 2018). Nos casos de necropulpectomia o hipoclorito de sódio é a principal solução utilizada na irrigação ultrassônica para a remoção de dentina, tecido pulpar e bactérias planctônicas, sendo mais eficiente que as seringas manuais de irrigação (NAGAI O, et al., 1986).

A condensação ultrassônica de guta-percha é uma técnica que onde o calor é produzido pela vibração linear de pontas ultrassônicas, termoplastizando a guta-percha e obtendo uma massa mais homogênea, com a diminuição do número de tamanhos dos vazios possuindo uma obturação tridimensional mais completa do sistema de canais radiculares (DEITCH AK, et al., 2002; BAILEY GC, et al., 2004).

A técnica de obturação é recomendada ao usar as técnicas de ultrassom consiste na colocação inicial de um cone de guta-percha até o comprimento de trabalho seguido por condensação lateral fria de dois ou três cones acessórios usando um spreader de dedo. O espalhador ultrassônico é então colocado no centro da massa de guta-percha 1 mm antes do comprimento de trabalho e ativado na potência intermediária para evitar carbonização das superfícies da raiz e fratura do espalhador ultrassônico. Após a ativação, o espalhador ultrassônico é removido e um cone acessório adicional é colocado, seguido de energização com o espalhador ultrassônico ativado. Este processo é repetido até que o canal seja preenchido (BAILEY GC, et al., 2004; ZMENER O, et al., 2004).

Durante cada etapa subsequente, o difusor ultrassônico deve ser colocado um pouco mais coronalmente. O espalhador ultrassônico deve estar na massa de guta-percha por cerca de 10 segundos para obter a termoplastificação. Deixá-lo no canal por mais de 10 segundos pode produzir um aumento na temperatura que danifica a superfície da raiz (BAILEY GC, et al., 2004; ZMENER O, et al., 2004).

O preenchimento do canal radicular com o agregado de trióxido mineral (MTA) realizado através da técnica de ultrassom houve uma vedação significativamente melhor. A colocação de MTA com vibração ultrassônica e um condensador endodôntico melhorou a compactação do MTA. Esse método consiste em selecionar uma ponta de condensador, em seguida, colocar o MTA com a ponta ultrassônica. Após isso, ativar a ponta e mover lentamente o material MTA para baixo usando um movimento de embalagem vertical de 1 a 2 mm. A energia ultrassônica vibra e gera um movimento ondulatório, que facilita a movimentação e a adaptação do cimento às paredes do canal (BAILEY GC, et al., 2010; GIANFRANCO P, et al., 2010). O tratamento endodôntico cirúrgico tem adotado novas técnicas e benefícios do uso do microscópio cirúrgico, e resultou em maior incidência de cura do que quando as técnicas tradicionais são usadas (GARG N e GARG, 2014).



O desenvolvimento das retropontas ultrassônicas e sônicas aprimorou o procedimento cirúrgico com melhor acesso à extremidade radicular e melhor preparo do canal, as retropontas ultrassônicas vêm em uma variedade de formas e ângulos, melhorando assim algumas etapas durante os procedimentos cirúrgicos. Vantagens como: menor osteotomia para acesso cirúrgico, risco reduzido de perfuração lateral, não requer uma ressecção da extremidade da raiz chanfrada para acesso cirúrgico e vazamento apical minimizado (KELLERT M, et al., 2004). As vantagens clínicas mais relevantes são o acesso aprimorado às extremidades da raiz em um espaço de trabalho limitado e reduzido. Isso leva a uma osteotomia menor para acesso cirúrgico devido à vantagem de utilizar várias angulações e ao pequeno tamanho das retropontas. Vários estudos comprovaram que o preparo do canal feito com brocas se torna inferior ao feito com pontas microcirúrgicas, demonstrando vantagens adicionais dessa técnica, como cavidades mais profundas e seguindo o trajeto original do canal radicular (ENGEL TK, et al., 1995).

Os dispositivos ultrassônicos foram introduzidos para uso no preparo do canal radicular em 1957 por Richman. Em 1980, Martin et al. demonstraram a capacidade de limas tipo K ativadas por ultrassom para cortar dentina. Uma unidade ultrassônica comercial, projetada por Cunningham e Martin foi introduzida em 1982. Barnett et al. e Tronstad et al. foram os primeiros a relatar seu uso na endodontia. Sendo bastante eficaz para a endodontia cirúrgica, facilitando na retropreparação apical permitindo o acesso por 3mm ou mais na porção apical do canal. A Técnica enfatiza o contato físico da lima com a parede do canal para modelar o acesso. É um método que não deve ser usado como instrumento inicial, mas pode ser usado como um instrumento coadjuvante, devido à sua falta de sensação tátil e a sobreposição do movimento assistido pelo operador da lima que podem afetar a forma da preparação diretamente (NABI S, 2018).

#### **Instrumentos utilizados no método ultrassônico**

As cavidades da extremidade da raiz têm sido tradicionalmente preparadas por meio de pequenas brocas redondas ou cônicas invertidas em uma peça de mão. Em meados dos anos 80, instrumentos padronizados e pinos de cerâmica de óxido de alumínio foram introduzidos para o preenchimento retrógrado (PANNKUK TF, 1991) mas esse sistema não poderia ser usado em casos com espaço de trabalho limitado ou em dentes com grandes canais ovais. Desde retrotips microcirúrgicos acionados sonoramente ou ultrassonicamente tornaram-se comercialmente disponíveis no início de 1990 (CARR G, et al., 1993), esta nova técnica de instrumentação retrógrada do canal radicular foi estabelecida como um complemento essencial na cirurgia perirradicular (PANNKUK TF, et al.; WAPLINGTON M, et al., 1995). Além disso vale salientar que as propriedades de corte das pontas naquela época eram limitadas e pareciam depender do carregamento, configuração de potência e orientação da ponta em relação ao eixo longo da peça de mão (DEVALL R, et al., 1996; VON ARX T, et al., 2001). Em alguns retrotips, o resfriamento da ponta de trabalho foi insuficiente, e a dentina e o osso estavam em risco de superaquecimento (BERTRAND G, et al., 1976).

A primeira preparação da extremidade da raiz usando inserções ultrassônicas modificadas após uma apicectomia atribuída a Bertrand G, et al. (1976). Outros se seguiram, mas não foi até 1987 devido a Flath RK e Hicks ML (1987) que relataram ainda sobre o uso de ultrassom e sônicos para preparação da cavidade da extremidade da raiz. Com o desenvolvimento da tecnologia, durante anos o único metal usado foi o aço, a qual são produzidas muitas pontas excelentes que ainda hoje são utilizadas de forma lucrativa com desempenho ainda maior, por exemplo, as novas pontas Pro-Ultra, revestidos com nitreto de zircônio e os da série Pro-Ultra em titânio. Muitas das pontas incorporam uma porta de água embutida para que os detritos possam ser lavados com efeito de resfriamento. No entanto, deve-se ter a capacidade de controlar a potência fornecida pela fonte ultrassônica com muita precisão, o que confirma a importância de ter uma boa unidade disponível, não só para aproveitar ao máximo as pontas, mas também para minimizar suas quebras (FABIO G, 2022). Os instrumentos utilizados no ultrassom na endodontia são fundamentais para garantir a eficiência e segurança do tratamento. Esses instrumentos incluem pontas de ultrassom, cabeças de ultrassom, aparelhos de ultrassom e soluções de lavagem (NABI S, 2018).

As pontas de ultrassom são os principais instrumentos utilizados no ultrassom, pois são colocadas no canal radicular e geram as ondas mecânicas de ultrassom para remover o tecido pulpar remanescente e

limpar os canais radiculares. Elas podem ser de contato direto ou indireto e são encontradas em diferentes tamanhos e formas para atender às necessidades do dente e do canal radicular específico. Exemplos de pontas de ultrassom incluem K-files, H-files, Protaper Universal, Reciproc Blue e WaveOne Gold. As unidades disponíveis no mercado para uso podem ser simples ou mais sofisticadas. No caso de um aparelho muito simples, ele oferece uma ampla gama de utilizações no campo endodôntico com a possibilidade de variar sua frequência operatória de forma ampla e precisa. Já um mais sofisticado e recente utiliza nova tecnologia, que permite que o aparelho e sua potência sejam configurados automaticamente de acordo com a ponta utilizada, otimizando a ação da ponta, e vai diminuir o estresse e aumentar a vida útil da ponta (NABI S, 2018).

Estudos *in vivo* relataram excelentes taxas de sucesso quando a preparação da extremidade da raiz foi realizada usando retrotips ultrassônicos, demonstrando assim que o tratamento endodôntico cirúrgico moderno usando um microscópio cirúrgico e pontas ultrassônicas melhora significativamente o resultado em comparação com as técnicas tradicionais (TSEISIS I, et al., 2006; SUMI Y, et al., 1996). É recomendado que a unidade ultrassônica seja definida em potência média e as cavidades devam ser preparadas a uma profundidade de 2,5-3 mm. Esta profundidade permite uma espessura mínima de material que ainda pode fornecer uma vedação apical eficaz (MORGAN LA e MARSHALL JG, 1999; TANZILLI JP, et al., 1980; TSEISIS I, et al., 2006).

O uso de ultrassom é um complemento útil para a limpeza de áreas anatômicas difíceis. A limpeza bem-sucedida do sistema de canais radiculares está diretamente associada a um irrigante usado em combinação com a vibração de ultrassom que gera movimento contínuo no irrigante (DESAI P, et al., 2009). Quando as limas são ativadas passivamente com energia de ultrassom, o corte acústico é suficiente para produzir canais significativamente mais limpos em comparação com o uso de instrumentação manual apenas. Limas vibratórias pequenas aliadas a alta potência ultrassônica tem sido recomendada, pois limas mais finas apresentam menor risco de deformar o canal. A vibração ultrassônica pode ser eficaz quando toca o cabo de uma lima manual inserida no canal e essa lima vai transmitir as vibrações ao irrigante no canal, porém há um risco maior de tocar e deformar as paredes (MUNLEY PJ, et al., 2007).

Uma ponta de condensador ativada ultrassonicamente pode ser utilizada para a colocação de materiais obturadores retrógrados, uma vez que a vibração ultrassônica se destina a melhorar o fluxo, sedimentação e compactação desses materiais para enraizar as paredes dentinárias. Isso deve melhorar a entrega de materiais na cavidade, melhorando assim a sua vedação (ZUOLO ML, 2000). As pontas ultrassônicas também podem ser usadas para polir o material da extremidade da raiz e as superfícies apicais. A utilização de pontas ultrassônicas específicas para o refinamento da superfície radicular externa pode ser benéfica na eliminação de bactérias extraradiculares, que podem ser responsáveis pela infecção (SIQUEIRA JF JR, 2002).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se considerar a partir desta revisão da literatura que a tecnologia piezoelétrica é essencial de acordo com diversos estudos comprobatórios, ela oferece muitas aplicações e vantagens na endodontia clínica, microcirurgias e remoção de instrumentos fraturados. Vale salientar que, o uso desse advento tecnológico está intimamente ligado ao tratamento completo do canal radicular em várias etapas do protocolo clínico como: refinamento do acesso, localização de canais calcificados, melhor ação da solução irrigadora e condensação da guta-percha. Dentre esses e outros fatores que o uso da tecnologia de ultrassom (US) está mudando cada vez mais a forma como a endodontia está sendo praticada nos dias atuais.

## REFERÊNCIAS

1. ALVES DW e SANTOS ES. A influência do tratamento restaurador no sucesso da terapia endodôntica. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 2022; 15(11): e11525.
2. ANSAR A e HARISHSHETTY. Uses of ultrasonics in endodontics, a review. *International Journal of Advanced Research*, 30 nov. 2018; 6(12): 1448–1459.

3. BAILEY GC, et al. Ultrasonic condensation of guttapercha: the effect of power adjustment and activation time on root surface temperature rise - an in vitro study. *Int Endod J.*, 2004; 37: 447–54.
4. BAILEY GC, et al. Root canal obturation by ultrasonic condensation of gutta-percha. Part II: An in vitro investigation of filling quality. *Int Endod J.*, 2004; 37: 694–8.
5. BERTRAND G, et al. Uso de ultrassom em apicoectomia. *Quintessence Int.*, 1976; 7: 9-12.
6. CARR G. Técnicas avançadas e aprimoramento visual para cirurgia endodôntica. *Endod Rep.*, 1992; 7: 6.
7. CROZETA BM, et al. A utilização do ultrassom em endodontia: princípios básicos e indicações clínicas. *Rev Odontol Bras Central*, 2022; 31(90): 78-93.
8. DEITCH AK, et al. A comparison of the fill density obtained by supplementing cold lateral condensation with ultrasonic condensation. *J Endod.*, 2002; 28: 665–7.
9. DESAI P e HIMEL V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod.*, 2009; 35: 545–9.
10. DEVALL R, et al. Corte características de um instrumento de preparação de extremidade de raiz sônico. *Endod Dent Traumatol.*, 1996; 12: 96-9.
11. ENGEL TK e STEIMAN HR. Investigação preliminar do preparo ultrassônico da extremidade da raiz. *J End.*, 1995; 21: 443-445.
12. FLATH RK e HICKS ML. Instrumentação retrógrada e obturação com novos dispositivos. *J Endod.*, 1987; 13: 546-9.
13. FONG CD. Um instrumento sônico para preparação retrógrada. *J Endod.*, 1993; 19: 374–5.
14. GARG N e GARG A. Textbook of Operative Dentistry. *Stomatology edu journal*, 2014; 1(2): 146.
15. GIANFRANCO DE PAOLIS e VALENTINA VINCENTI: Ultra-som em cirurgia endodôntica: uma revisão da literatura. *Annali di Stomatologia*, 2010; 1(2): 6–10.
16. GOPIKRISHNA, et al., Efficacy of ultrasonics in endodontics: a systematic review and meta-analysis, 2017.
17. GUTMANN JL e PITT FORD TR. Manejo da raiz ressecada: uma revisão clínica. *Int Endod J.*, 1993; 26: 273–83.
18. GUTMANN JL, et al. Preparação ultrassônica da extremidade da raiz: Parte 1 *Int Endod J.*, 1994; 27: 318-324.
19. KELLER U. Pinos cerâmicos de óxido de alumínio para obturação retrógrada de raízes: experiências com um novo sistema. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, 1990; 69: 737-42.
20. KELLERT M, et al. Uma abordagem moderna para endodontia cirúrgica: preparação apical ultrassônica. *NY State Dent J.*, 2004; 60: 25-28.
21. MORGAN LA e MARSHALL JG. Um estudo microscópico eletrônico de varredura de preparações ultrassônicas de raiz in vivo. *J Endod.*, 1999; 25: 567–70.
22. MUNLEY PJ e GOODELL GG. Comparison of passive ultrasonic debridement between fluted and nonfluted instruments in root canals. *J Endod.*, 2007; 33: 578–80.
23. NABI S. Ultrasonics: An Essential Endodontic Tool - A Review. *Open Access Journal of Dental Sciences*, 2018; 3(7).
24. NAGAI O, et al. Ultrasonic removal of broken instruments in root canals. *Int Endod*, 1986; 19(6): 298-304.
25. PANNKUK TF. Cirurgia endodôntica: princípios, objetivos e tratamento dos dentes posteriores: Parte I. *Endod Rep*, 1991; 6: 8–14.
26. PLOTINO G, et al. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J of endo*, 2007; 33(2): 81-95.
27. RUBINSTEIN R e TORABINEJAD M. Cirurgia endodôntica contemporânea. *J Calif Dent Assoc.*, 2004; 32: 485-492.
28. SIQUEIRA JF JR. Infecções endodônticas: conceitos, paradigmas e perspectivas. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, 2002; 94: 281–93.
29. STACKPATH. 2001. In: *The Endo Advantage: The "Real World" endo guys offer clinical tips on using ultrasonics in general practice.* Disponível em: <https://www.dentaleconomics.com/science-tech/article/16389863/the-endo-advantage>. Acessado em: 15 de outubro de 2022.

30. SUMI Y, et al. Ultrasonic root-end preparação: clínica e avaliação radiográfica dos resultados. *J Oral Maxillofac Surg.*, 1996; 54: 590-3.
31. TANZILLI JP, et al. Uma comparação da adaptação marginal de técnicas retrógradas: um estudo de microscopia eletrônica de varredura. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, 1980; 50: 74–80.
32. TSEISIS I, et al. Avaliação retrospectiva de tratamento endodôntico cirúrgico: técnica tradicional versus técnica moderna. *J Endod.*, 2006; 32: 412–6.
33. VON ARX T, et al. Cirurgia perirradicular de molares: um estudo clínico prospectivo com acompanhamento de um ano. *Int Endod J.*, 2001; 34: 520-5.
34. WAPLINGTON M, et al. Corte capacidade de um instrumento de preparação de cavidade retrógrada ultrassônica. *EndodDent Traumatol.*, 1995; 11: 177–80.
35. WUCHENICH G, et al. Uma comparação entre duas técnicas de preparação de extremidade de raiz em cadáveres humanos. *J Endod.*, 1994; 20: 279–82.
36. ZMENER O e BANEGAS G. Experiência clínica de obturação de canal radicular por condensação ultrassônica de gutapercha. *Endod Dent Traumatol*, 1999; 15(2): 57-59.
37. ZUOLO ML, et al. Prognóstico em cirurgia perirradicular: um estudo clínico prospectivo. *Int Endod J.*, 2000; 33: 91–8.