



## ARTIGO DE REVISÃO

<sup>1</sup> Centro Universitário Estácio de Bahia-Salvador, Bahia – Brasil.

### Contribuição dos autores:

RSFS e HAE participaram da concepção do estudo e coleta de dados. ASS e PSRA participaram da concepção do estudo, análise e interpretação dos dados e elaboração do manuscrito. EBS revisou e aprovou a versão final do manuscrito para publicação.

### Contato para correspondência:

Aline Silva dos Santos

### E-mail:

santos.aline@hotmail.com

**Conflito de interesse:** Não aplicável.

**Financiamento:** Não aplicável.

**Recebido em:** 24/08/2023

**Aprovado:** 09/09/2023



## Aspectos da terapia endodôntica com aplicação de ultrassom

Aspects of endodontic therapy with ultrasound application  
Aspectos de la terapia endodóntica con aplicación de ultrasonido

● Rafaela Silva Farias Sales <sup>1</sup> ● Heloisa do Amaral Evangelista <sup>1</sup> ● Aline Silva dos Santos <sup>1</sup>  
● Paulo Sergio Rodrigues de Araújo <sup>1</sup> ● Eneida de Barros Santos <sup>1</sup>

### RESUMO

Na contemporaneidade a terapia endodôntica absorveu o desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias, destacando-se a qualidade dos equipamentos e ponteiros com ultrassom, potencializando indicações aos casos complexos, com maior controle e previsibilidade de sucesso terapêutico. Sua utilização compreende o auxílio na abertura coronária, localização dos canais radiculares, desgastes compensatórios e anticurvaturas, irrigação dos canais radiculares, obturação, retratamentos, remoção de instrumentos fraturados e cirurgia paraendodôntica. Adotou-se a estratégia metodológica de revisão temática, tendo como base de dados a PubMed, SciELO, Science, Google Scholar, no período entre 1967 e 2023. Foram abordados os marcos históricos quanto ao uso e eficiência do equipamento, processo contributivo ao refinamento da técnica endodôntica (facilidade operacional; redução do tempo procedimental; menor desgaste das estruturas dentárias). Assim, objetivou-se discutir os parâmetros de eficiência para uso nas diversas fases da terapia endodôntica. A evolução em designer das pontas ultrassônicas, facilitou o acesso nas calcificações pulpares, remoção de pinos e cirurgia paraendodôntica. A cavitação, vibração e corrente acústica são positivas ao acesso dos canais radiculares (irrigação, obturação e retratamento), com preparos mais conservadores. Constatou-se a interferência da vibração ultrassônica com pacemakers de clínicos e pacientes, receio de profissionais em fratura vertical radicular e/ou micro trincas em raízes retropreparadas.

**Palavras-chave:** TDIC. Educação. Competências digitais.

### ABSTRACT

In contemporary times, endodontic therapy absorbed the development of new techniques and technologies, highlighting the quality of equipment and tips with ultrasound, enhancing indications for complex cases, with greater control and predictability of therapeutic success. Its use includes aid in coronal opening, location of root canals, compensatory and anti-curvature wear, irrigation of root canals, obturation, retreatment, removal of fractured instruments and paraendodontic surgery. The methodological strategy of thematic review was adopted, based on PubMed, SciELO, Science, Google Scholar, in the period between 1967 and 2020. Historical landmarks were discussed regarding the use and efficiency of the equipment, a process that contributed to the refinement of the endodontic technique (operating ease; reduction of procedural time; less wear on dental structures). Thus, the objective was to propose to discuss the efficiency parameters for use in the different phases of endodontic therapy. The evolution in the design of ultrasonic tips has facilitated access to pulpal calcifications, post removal and endodontic surgery. Cavitation, vibration and acoustic current are positive for root canal access (irrigation, obturation and retreatment), with more conservative preparations. It was verified the interference of ultrasonic vibration with pacemakers of clinicians and patients, fear of professionals in vertical root fracture and/or microcracks in retroprepared roots.

**Keywords:** endodontics; ultrasound; pulp chamber; root canal preparation; irrigation.

### Introdução

O ultrassom caracteriza-se pelas ondas acústicas de baixa frequência (>16KC/seg), superior ao detectado pelo ouvido humano (BERBERT, 2005). Teve seu uso odontológico

inicialmente no refinamento de preparo cavitários, sendo disseminado pelas raspagens periodontais (MOZO, LLENA e FORNER, 2012). Na Endodontia foi utilizado por Richman (1957),

caindo em desuso pela falta de irrigação e sobreaquecimento da estrutura dentária. Em 1976 Howard Martin retomou a aplicação na ativação de soluções irrigantes nos canais radiculares, descrevendo o processo de desinfecção do canal radicular desencadeando um efeito sinérgico da substância irrigadora (PLOTINO e cols., 2007). Assim, há mais de 50 anos o ultrassom integra o cotidiano da terapia endodôntica e, tem sido cada vez mais utilizado, devido ao seu maior controle e previsibilidade, sendo indicado no refinamento da cirurgia de acesso, remoção de calcificações e nódulos pulpares; localização dos canais radiculares; auxílio nos desgastes compensatório e anticurvatura; irrigação da câmara pulpar e de canais radiculares; reintervenções endodônticas; remoção de retentor intrarradicular, remoção de instrumentos fraturados e cirurgia paraendodôntica (BORGES, 2017; CROZERA e cols.,2022; LOPES e cols.,2023).

Uma das vantagens da utilização do ultrassom é promover um tratamento conservador, através de sua capacidade de realizar desgaste seletivo da estrutura dentária, pois os insertos apresentam pontas finas e não faz movimento rotatório como as brocas, promovendo maior controle, segurança e a eficácia de corte (VALDIVA e MACHADO, 2018; MIRANDA e MILHOMEM, 2021). Como desvantagem de seu uso podemos citar o calor produzido e transmitido aos tecidos perirradiculares e a possibilidade de fratura radicular. (CROZERA e cols.,2022; LOPES e cols.,2023)

Atualmente existem no mercado diversos tipos de pontas ultrassônicas (insertos), com formas e angulações variadas, que vai definir a sua indicação clínica. Os insertos diamantados são geralmente usados com a finalidade de corte ou desgaste, aplicados na remoção de nódulos pulpares, localização de canais calcificados, remoção de pinos de fibra de vidro, limpeza de istmos e no preparo de canais. Os insertos lisos são utilizados para ações mais conservadoras, como: na remoção de retentores intrarradiculares e de instrumentos fraturados, na remoção do extravasamento da gutta-percha e na ativação da irrigação, pastas e cimentos (LOPES e cols.,2023).

A associação do microscópio ao uso do ultrassom aumenta a taxa de sucesso da terapia endodôntica, pois a luminosidade e magnificação ampliam a visualização do campo operatório (MIRANDA e MILHOMEM, 2021).

Adotando-se a estratégia metodológica de revisão temática específica, foi realizado um levantamento da literatura no período entre 1967 e 2023, utilizando as bases de dados Pubmed, Scielo, Science, Google Scholar, utilizando-se como palavras-chaves: endodontia, ultrassom, câmara pulpar, preparo de canal radicular e irrigação. Destacaram-se os autores: Berbert, Borges, Alaçam, Mozo, Van der Sluis, Pécora e Guerisoli. Os aspectos abordados foram as aplicações clínicas do ultrassom na Endodontia, destacando-se o preparo biomecânico, irrigação da câmara pulpar e de canais radiculares, retratamento endodôntico, remoção de retentor intrarradicular, remoção de instrumentos fraturados, obturação e cirurgia paraendodôntica. Assim, objetivou-se elencar e discutir os

parâmetros de eficiência para uso nas diversas fases da terapia endodôntica.

## Marcos históricos

A “Teoria do Som” foi publicada pela primeira vez em 1877, pelo cientista inglês John William Strutt, também conhecido por Lord Rayleigh, que praticamente inaugurou a física acústica moderna (MEDWIN e CLAY, 1997). Em 1880 Jacques e Pierre Curie descobriram o efeito Piezelétrico, efeito este, resultante da aplicação de uma pressão mecânica sobre superfícies de cristais de quartzo e turmalina, gerando ondas sonoras numa frequência superior a 20 KHz conhecido como ultrassom (ARMENDANI e cols., 2017).

Na Segunda Guerra Mundial, o uso do ultrassom para fins militares foi aperfeiçoado com o desenvolvimento do SONAR (Sound Navigation and Ranging) para a navegação e determinação da distância pelo som e o RADAR (Radio detection and Rnging) pelo eco das ondas de rádio. Iniciou-se o desenvolvimento dos ultrassons para fins não militares, onde a indústria metalúrgica foi pioneira na aplicação dos aparelhos de ultrasonografia para uso pela medicina (SANTOS, TACON e AMARAL, 2012).

Pécora e Guerisoli (2004) ressaltaram que o ultrassom está fora da faixa da frequência audível humana e, devido a esse fato pode ser utilizado com duas intensidades: i) baixa intensidade (transmite a reflexão de ondas para detecção desse espaço, sendo mais segura que a radiação ionizante, menos invasiva e traumática): usado na medicina, fisioterapia e estética, p.e., em exames pré-natais (ANJOS, 2020); ii) alta intensidade (altera o meio onde a onda se propaga).

As ondas ultrassônicas são geradas por transdutores ultrassônicos, aparelhos que convertem energia elétrica em energia mecânica (NOGUEIRA, 2011). Soeima (2017), citando Blitz (1969), exemplificou com os osciladores de cristal, magnetostriativos, geradores mecânicos, eletromagnéticos, eletrolíticos e de alta frequência, dentre outros.

As pesquisas pioneiras da aplicação do ultrassom na Odontologia ocorreram em 1950, sendo o Cavitron (usado na raspagem periodontal), lançado em 1957 pela Dentsply/Maillefer (EUA)(PÉCORA e GUERISOLI, 2004). Richman em 1957, adaptou para uso endodôntico, o Cavitron com limas endodônticas na ponta PR30, mas devido ao sobreaquecimento deixou de ser utilizado (MACHADO e cols., 2022).

Em 1976, foi lançado o Cavi-Endo (sistema endossônico), sendo utilizado por Howard Martin, com uso simultâneo combinado da ação energizante da lima endossônica (tipo Kerr e diamantadas) e ativação ultrassônica da solução irrigadora, desencadeando o sinergismo de limpeza químico-mecânica do canal radicular, promovendo simultaneamente instrumentação, irrigação e sucção através dos atos simultâneos. Contemporaneamente, utiliza-se o ultrassom de efeito piezelétrico (energia elétrica é transformada em energia mecânica), emitindo pequena quantidade de calor; alta

qualidade na produção das ondas ultrassônicas e alta frequência (40.000 ciclos/segundo) (BERBERT, 2005).

Borges (2017) destacou os fenômenos simultâneos associados à ativação ultrassônica do meio líquido no interior do canal radicular, como a:

- cavitação: rompimento da tensão superficial da solução irrigadora, incorrendo em milhares de cavidades transitórias na sua superfície, as quais geram ondas de choque em velocidades supersônicas que, ao se chocarem na parede do canal radicular, promovem uma ação solvente sobre essa superfície, deixando-a completamente limpa com a total remoção do magma dentinário;

- oxidação, redução e degradação de compostos orgânicos e inorgânicos que estejam em suspensão no meio aquoso;

- emulsificação: potencializando a remoção de materiais lipossolúveis e hidrossolúveis;

- formação da microcorrente acústica, responsável pela degradação de proteínas e bactérias, ruptura de DNA, degradação das hemoglobinas e pela inativação de enzimas, favorecendo a desinfecção de todo o sistema de canais radiculares, sendo requisito que o espaçador ultrassônico esteja livre no interior do canal radicular.

Felício (2016) ressaltou a versatilidade e imprescindibilidade contemporânea da aplicação do ultrassom na terapia endodôntica, indicando o uso no auxílio na abertura coronária, localização dos canais radiculares, irrigação da câmara pulpar e de canais radiculares, reintervenções endodônticas, remoção de retentor intrarradicular, remoção de instrumentos fraturados e cirurgia paraendodôntica.

### **Indicações do ultrassom na terapia endodôntica**

#### **AUXÍLIO NO ACESSO A CÂMARA, REMOÇÃO DE CALCIFICAÇÕES E NÚDULOS PULPARES E LOCALIZAÇÃO DOS CANAIS RADICULARES**

No acesso à câmara pulpar atrésica ou na presença de nódulos ou calcificações nas embocaduras dos canais radiculares que geram dificuldade de acesso aos instrumentos endodônticos, o ultrassom pode propiciar segurança e precisão, minimizando riscos de perfurações e desgastes excessivos (BORGES, 2017), permitindo melhor acesso para visualização da entrada dos canais e consequente facilidade na instrumentação (ALAÇAM e cols., 2008), evitando assim o comprometimento de áreas anatômicas importantes, proporcionando corte mais lento, controlado e confortável, quando comparado aos instrumentos rotatórios (IANDOLO e cols., 2016; LOPES e cols., 2023).

Borges (2017) destacou os cinco modelos da Start-X (Dentsply/Maillefer), que permitem alcançar uma maior precisão e domínio as inserções de limpeza de câmara pulpar, complementação da abertura, localização das entradas de canais, preparação do terço médio dos canais radiculares, retirada de nódulos pulpares, remoção

de núcleos de fibra de vidro ou carbono, assim como pinos pré-fabricados, além da ponta E3D.

Alaçam e cols. (2008) reportaram o uso combinado do ultrassom com microscópio operatório na detecção do quarto canal, em 100 primeiros molares superiores permanentes extraídos e acessados pelo mesmo operador. Localizado os canais principais, buscou-se o acesso ao canal méso-vestibular (MV2) sem microscopia, com microscópio cirúrgico e combinado ultrassom e microscópio cirúrgico, sendo os resultados obtidos na detecção de 62%, 67%, 74% respectivamente. Após a secção em 82% dos dentes, sendo que 18 dentes apresentavam um único canal méso-vestibular. O uso combinado apresentou diferença significativa na detecção dos canais MV2 nos primeiros molares permanentes superiores.

#### **IRRIGAÇÃO DA CÂMARA PULPAR E DE CANAIS RADICULARES**

A limpeza e desinfecção através da ativação e distribuição efetiva de solução de irrigação pelo sistema de canais radiculares (SCR) são requisitos essenciais para o sucesso do tratamento endodôntico. A literatura demonstra que a irrigação ultrassônica tem um efeito químico, biológico e físico positivo no sistema de canais radiculares (MOZO, LLENA e FORNER, 2012).

Durante o tratamento químico-mecânico, as soluções irrigantes atuam principalmente como agentes de desinfecção eliminando microrganismos, produtos associados a degenerações teciduais e remanescentes orgânicos e inorgânicos, garantindo a eliminação de dentina contaminada e a permeabilização do canal (HULSMANN e HAHN, 2000). Desta forma, a irrigação é complementar à instrumentação, facilitada pela lubrificação dos canais, bem como, no auxílio à remoção de bactérias, principalmente em áreas não alcançadas pela instrumentação (ROSSI-FEDELE, 2012).

As soluções antimicrobianas usadas na irrigação do sistema de canais radiculares são variadas, apresentando vantagens, desvantagens e limitações (ROSSI-FEDELE, 2012). No momento não existe nenhum irrigante que combine todas as características ideais, mesmo quando usadas com pH mais baixo, temperatura aumentada ou com a incorporação de surfactantes. Sendo que o protocolo de irrigação endodôntico atual utiliza o hipoclorito de sódio (NaOCl), sozinho ou em combinação com o ácido etilendiamino tetra-acético (EDTA) ou clorexidina (MOZO, LLENA e FORNER, 2012).

Duas técnicas têm sido propostas para potencializar o uso dos irrigantes no sistema de canais: i) combinação de irrigação e instrumentação ultrassônica denominada de irrigação ultrassônica contínua (CUI); ii) ausência de instrumentação simultânea denominada irrigação ultrassônica passiva (PUI) (ABBOTT e cols., 1991). A PUI tem sido descartada na prática clínica, considerada insegura em relação à instrumentação manual convencional, pelo não controle de corte dentinário e imperfeições na forma final do canal preparado, em consequência da ativação das limas pelo ultrassom, possibilitando

desvios no canal, ovalizações apicais, perfurações radiculares e formação de degraus (VAN DER SLUIS e cols., 2007).

Guerisoli e cols. (2002) avaliaram a remoção da smear layer associando EDTA e hipoclorito de sódio com agitação ultrassônica em 20 incisivos inferiores extraídos com único canal radicular e conservados em timol 0,1%, testados em quatro grupos: 1) instrumentado com limas e irrigados com 1 ml de água destilada usando seringa manual para irrigação e no final foi ativado uma lima de 15 mm com ultrassom; 2) utilizou-se hipoclorito de sódio (1%); 3) utilizado hipoclorito alternado com EDTA (15%); 4) não foi instrumentado manualmente, sendo irrigado e ativado com ultrassom, igual ao 3. O ultrassom foi utilizado no final por 30 segundos. Após instrumentação foram secos e cortados e submetidos à microscopia. Observaram que o uso combinado do hipoclorito de sódio e EDTA quando agitados pelo ultrassom produziu resultados satisfatórios na remoção da smear layer.

Romualdo (2013) comparou as irrigações por pressão apical negativa (ANP) e ultrassônica passiva (PUI) no reparo apical e periapical dos dentes, tendo como controle a irrigação convencional (PP) in vivo, observando que a ANP e UI propiciaram respostas inflamatórias mais leves em comparação a PP, embora a resposta foi semelhante quanto aos tecidos apicais e periapicais. Munoz e Camacho-Cuadro (2012) atestaram que o sistema Endovac e a PUI, na limpeza dos sistemas de canais radiculares, foram mais eficazes que a irrigação manual convencional.

A ativação ultrassônica do hipoclorito de sódio aumenta a dissolução do tecido, sendo significativamente mais eficaz na remoção de detritos de dentina do canal radicular (VAN DER SLUIS e cols., 2010), mesmo em relação a irrigação com seringas convencionais com agulhas na eliminação de tecido pulpar e detritos de dentina, sendo menos eficaz que a utilização PUI, pois o ultrassom aumenta o volume e velocidade de fluxo irrigante no canal na irrigação, eliminando mais detritos, diminuindo o acúmulo no ápice e eficientizando o acesso de produto aos canais acessórios (VAN DER SLUIS e cols., 2005).

## ADAPTAÇÃO DA OBTURAÇÃO

A fase de obturação dos canais radiculares requer atenção especial, pela eliminação de espaços vazios (nichos a proliferação de microrganismos) que resistiram ao preparo do canal (infecção persistente), ou que posteriormente tenham acesso nestes espaços (infecção secundária) (LOPES e cols., 2015).

Segundo Schilder (2006) uma obturação inadequada, pode ser responsável pelo insucesso do tratamento em aproximadamente 60% dos casos. A obturação ideal deve ser capaz de evitar a contaminação por meio de um selamento hermético, favorecer os processos de recuperação dos tecidos periapicais, prevenir a passagem de exsudatos para o interior do canal, além de não causar irritação aos tecidos periapicais (SCHILDER, 1974).

Os materiais obturadores mais utilizados em diferentes técnicas são a guta-percha e o cimento endodôntico. A guta-percha é um material impermeável e não adere às paredes dentinárias, portanto, precisa estar associada ao cimento obturador, este responsável pela aderência da massa obturadora ao sistema de canais radiculares, reduzindo a interface existente entre a guta-percha e as paredes do canal (LOPES e cols., 2015).

Segundo De Deus e cols. (2003), os materiais obturadores podem ser: a) sólidos: cones de guta-percha (impermeável; boa estabilidade dimensional, falha na adaptação das paredes dos canais); b) plásticos: cimentos endodônticos, com algumas características indesejáveis como solubilidade, instabilidade dimensional e toxicidade aos tecidos periodontais, possibilitando a aderência da guta-percha ao canal.

As duas aplicações do ultrassom na fase de obturação do canal radicular são: administrador do cimento e condensador de guta-percha, propiciando um selamento tridimensional do canal radicular (HERNANDEZ, GONZÁLEZ e JESÚS, 2013). Segundo Van der Sluis (2007), pontas de ultrassom que vibram linearmente e produzem calor, plastificam a guta-percha e conseguem uma massa mais homogênea, diminuindo o número e tamanho dos espaços vazios, produzindo uma obturação mais completa.

O ultrassom tem sido empregado para plastificação da guta-percha na condensação lateral ativa, sendo mais eficiente à condensação lateral convencional, devido às suas propriedades de selagem e densidade de guta-percha (PLOTINO e cols., 2007). Segundo Valdiva e Machado (2017) a utilização de pontas ultrassônicas para termoplastificar a guta-percha no interior do canal radicular permite que a transmissão de calor por insertos produza um amolecimento da guta, de modo que a pressão hidráulica da condensação vertical gere uma obturação compacta e hermética dos sistemas de canais radiculares.

Hoen, Labounty e Keller (1988) observaram que a energização ultrassônica na colocação de cimento no sistema de canais radiculares, em 50 raízes mesiais de molares inferiores humanos extraídos, foi significativamente melhor em relação a inserção manual de cimento AH26 (Dentsply/Maillefer) com a inserção ultrassônica.

Stamos, Gutmann e Gettleman (1995) compararam in vivo a eficácia da distribuição do cimento em canais radiculares quando colocado no canal usando um cone de guta-percha principal ou através da ativação de uma lima por ultrassom, em 100 pacientes tratados pelo mesmo operador, (técnica de abertura da coroa, isolamento absoluto, limpeza, modelagem e odontometria a 1,0 mm do ápice radiográfico). Os canais foram obturados com guta-percha usando a condensação lateral e as avaliações foram baseadas na presença ou ausência de canais acessórios preenchidos com cimentos. Observou-se radiograficamente a diferença significativamente maior no número de canais acessórios preenchidos quando foi utilizado o ultrassom.

Segundo Plotino e cols. (2007) tem sido amplo o uso do ultrassom nas diferentes fases da terapia endodôntica, destacando-se a obturação, pela adaptação de espaçadores digitais que possibilitam a abertura de espaços para inserção de cones acessórios, promovendo melhor cobertura das paredes dos canais, consequente sucesso terapêutico (HÖRSTED- BINDSLEV e cols., 2007).

## REMOÇÃO DE INSTRUMENTOS FRATURADOS

Dentre os componentes dos instrumentos endodônticos, as limas eram constituídas por aço carbono, evoluindo para aço inoxidável e contemporaneamente para ligas de níquel e titânio, ampliando flexibilidade e resistência à fratura, minimizando os riscos e falhas nos procedimentos endodônticos (STOCKER, 2013), facilitando as fases de instrumentação e desinfecção, eliminando a permanência de polpa e bactérias nos canais radiculares.

A fratura dos instrumentos pode ocorrer por torção ou fadiga cíclica, uso indevido ou excessivo, associado as tensões e às alterações aplicadas, quando ultrapassam a capacidade de resistência do material, sendo um risco ao paciente e ao endodontista (CHHINA, 2015 LOPES e cols., 2015). Alguns clínicos associam o termo “instrumento fraturado” a uma lima separada, extensivo a outros materiais comprometidos, como cones de prata, segmentos de lentulo, brocas de Gates-Glidden ou qualquer outro que cause obstrução do canal (RUDDLE, 2004).

De acordo com Chhina (2015), a capacidade de acessar e remover um instrumento fraturado depende do diâmetro, comprimento, posição da obstrução no canal e anatomia radicular. Quando encontrados na porção cervical do canal são removidos sem restrições, entretanto, se estiver na curvatura do canal, torna-se mais complexa a remoção, sendo indicado o ultrassom, pela especificidade de pontas disponíveis no mercado à remoção fraturas, associação ao microscópio cirúrgico, com incremento a luminosidade e magnificação, sendo estimado entre 3 e 40 minutos para referida remoção pela técnica ultrassônica. A constatação da obstrução é requisito à remoção, possibilitando controle procedimental, posicionamento adequado da ponta ultrassônica, prevenção de uma segunda fratura ou movimentação do instrumento para apical (TERAUCHI, O'LEARY e SUDA, 2006).

Borges (2017) recomendou uma sequência à remoção de instrumentos fraturados: i) ampliar o canal radicular, quando possível com fresas de Gates- Gliden até o início do fragmento;; ii) colocação-se do espaçador nº 25 no suporte para a lima, sem utilizar a irrigação; iii) abertura lenta de acesso de retirada da fratura; iv) desgaste da dentina por atrito até 1/3 da dentina; v) troca do espaçador para o nº15; vi) redução da potência para 50%, liberando a irrigação do ultrassom no fluxo médio e com o espaçador faz movimentos anti-horários, até a remoção da obstrução. Em dentes multirradiculares, deve-se obstruir a entrada dos outros canais radiculares expostos, para prevenir a reentrada do fragmento em outro canal radicular.

Suter, Lussi e Sequeira (2005) relataram que caso haja impossibilidade de visualização da obstrução com a magnificação do microscópio, quando o instrumento está localizado no terço apical do canal ou depois da curvatura, não recomenda-se o processo de remoção devido ao risco de perfuração e destruição excessiva do canal, inclusive estabelecendo o limite de 45-60 minutos, seja pelo cansaço do operador ou pela ampliação excessiva do canal. Extrapolado esse limiar deve-se buscar outras indicações.

A vibração de alta frequência, a fricção entre a ponta ultrassônica, dentina e o fragmento, produzem aumento de temperatura à superfície da raiz, decorrente do tamanho e a textura superficial da ponta ultrassônica, da difusão térmica e da condutividade da dentina. Ainda, a transmissão de calor para o ligamento periodontal dependerá de dois fatores da dentina, sendo fraco condutor térmico, bem como, da sua respectiva espessura, recomendando-se utilizar o ultrassom em períodos curtos, entre 60 e 120 segundos (HASHEM, 2007).

Ward, Parashos e Messer (2003) utilizaram a técnica ultrassônica (pontas CPR - Obtura-Spartan Corp, Fenton, MO) com auxílio de microscópio óptico para remoção de instrumentos rotatório de NiTi fraturados em canais radiculares, obtendo sucesso em 24 casos quando o fragmento se encontrava na parte reta do canal e podia ser visualizado com o microscópio, em período inferior a 45 minutos, exceto em oito de nove casos, em que o fragmento se encontrava após a curvatura do canal, demandando maiores cuidados.

Embora a remoção de instrumentos fraturados do terço coronário do canal radicular seja considerada um processo seguro, a remoção de obstruções mais profundas torna a raiz menos resistente à fraturas verticais (MANDARATI, QUALTROUGH, WATTS, 2010). Há muitos fatores envolvidos no momento de decidir como tratar canais com instrumentos fraturados e deve-se sempre considerar as vantagens e desvantagens da remoção (SOUTER e MESSER, 2005).

## RETRATAMENTO ENDODÔNTICO

O retratamento endodôntico consiste no refazimento terapêutico, seja por falhas ou contaminação por exposição prolongada da cavidade ao meio bucal; ainda por necessidade dos elementos dentários como suporte a trabalhos protéticos ou canal concluído de maneira inadequada. Assim, consiste em realizar a remoção do material obturador, a reinstrumentação e reobturação dos canais, enfocando adequar a terapia endodôntica, na prevenção de lesões perirradiculares, alcançando sucesso pela ausência de doença perirradicular seguido o período de preservação adequado. Cumpridas as prerrogativas e há insucesso, há fatores de infecção intraradicular microbiana não removida pelo preparo químico-mecânico (LOPES, SIQUEIRA JÚNIOR e ELIAS, 2015).

Na pequena percentagem de casos que falham, preconiza-se que o planejamento do retratamento deve incluir uma avaliação cuidadosa da condição periapical, para que o melhor tratamento

possa ser escolhido (DEL FABBRO e cols., 2007). Na reintervenção endodôntica inicia-se pela desobstrução do sistema de canais, numa manobra complexa, sendo utilizados no processo de remoção solventes químicos que amolecem a guta-percha, os quais podem ser tóxicos e agredir os tecidos periapicais (MOURA-NETTO e cols., 2006).

Borges (2017) indicou o ultrassom ao retratamento endodôntico, pelas propriedades de cavitação e microcorrente acústica que atuam no interior dos canais, proporcionando a remoção de grande quantidade de material obturador das paredes dentinárias. Observou que no terço cervical deve ser utilizado o suporte para lima com o espaçador nº 25 em 60% da potência do ultrassom sem irrigação, fazendo com que o calor gerado pelo atrito plastifique a guta-percha, facilitando a sua remoção. Para o terço médio e apical, deve ser adicionado solvente no canal e utilizado um espaçador nº 15, acionando o aparelho sem irrigação por 10 segundos; em seguida abre a irrigação ao máximo, fazendo aplicação por 45 segundos e repete-se a operação até atingir 2mm aquém do CRT, para em seguida utilizar instrumentos manuais na remoção do remanescente obturador.

Michelon e cols. (2016) testaram e analisaram 18 raízes mesiais de molares inferiores com istmos, preparadas e obturadas a eficácia da irrigação ultrassônica passiva (PUI) na remoção do material obturador residual de raízes após a desobturação com instrumentos rotatórios de níquel-titânio. A obturação foi removida com o sistema rotatório protaper e limas manuais tipo K, sendo comparado o grupo convencional e o uso PUI. Usando o teste T student para comparar os grupos e o modelo linear para comparar os terços cervical, médio e apical, concluíram que não houve diferença significativa entre estes, independente do terço analisado do canal, ou seja, a PUI não apresentou eficácia em relação a técnica convencional na remoção do material.

## REMOÇÃO DE NÚCLEO INTRARRADICULAR

No tratamento endodôntico de dentes com extensa destruição coronária é necessário a utilização de retentores intrarradiculares (composição: pino, instalado no canal radicular; núcleo, parte oclusal, que substitui a estrutura dentária perdida) na reconstrução coronária ou coroas protéticas ou pilares de próteses fixas ou removíveis (DASTGURDI e cols., 2013).

Segundo Ruddle (2004) surgem indicações de retratamento de dentes que contêm pinos, em insucesso endodôntico, sendo necessária a remoção do retentor para a reintervenção endodôntica. Outra recomendação, quando há necessidade da restauração, sendo necessário a remoção do retentor existente para melhoria da oclusão ou estética. Em unidades com retentores intrarradiculares e lesões periapicais, indica-se a remoção do retentor antes do retratamento endodôntico, para que não comprometa, perfure ou fracture a estrutura radicular (MENEZES e cols., 2009).

Na remoção de pinos são requisitos a destreza profissional e adoção de técnicas e tecnologias adequadas às variações da anatomia dos dentes (RUDDLE, 2004), sendo imprescindível a análise clínica e radiográfica, considerando-se a viabilidade do retratamento endodôntico, o tipo de retentor instalado e o posicionamento do pino intrarradicular (LOPES, SIQUEIRA JÚNIOR e ELIAS, 2015).

A dificuldade para remoção dos retentores varia segundo o tipo (liso ou serrilhado), comprimento ou agente cimentante, indicando-se o uso de brocas, tração mecânica (saca-pino) e aparelhos ultrassônicos associados ou não à tração mecânica (MENEZES e cols., 2009). Na sequência a remoção do pino intrarradicular e da coroa dentária, recomenda-se degastar igualmente as faces do núcleo para que o mesmo fique com diâmetro igual ao do pino junto a embocadura do canal, conferindo superfícies planas e paralelas que facilitarão o posicionamento da ponta vibradora. Com o auxílio de uma broca LN 205 (Maillefer) de baixa rotação, pode-se realizar também uma canaleta ou sulco, na direção apical, entre o pino e a parede do canal radicular, facilitando a remoção de pinos cimentados com cimentos resinosos (LOPES, SIQUEIRA JÚNIOR e ELIAS, 2015).

Em situações onde a liga metálica utilizada no preparo do retentor não apresenta resistência ao desgaste (dureza), pode-se prender o pino com uma pinça hemostática e aplicar a ponta ultrassônica. Em dentes multirradiculares, o núcleo deve ser separado em duas partes e as porções coronárias desgastadas em toda a sua circunferência. Para os dentes posteriores superiores, deve-se cortar o núcleo no sentido mesio-distal separando a parte vestibular da palatina, já nos posteriores inferiores, no sentido vestibulo-lingual, separando a parte distal da mesial, sendo importante não danificar as paredes dentárias e o assoalho da câmara coronária e, em seguida, aplica-se a ponta vibradora ST09, sucessivamente, em diferentes faces do núcleo (LOPES, SIQUEIRA JÚNIOR e ELIAS, 2015).

A vibração ultrassônica causa fragmentação do cimento que une o retentor à estrutura dentária, facilitando a remoção do mesmo. A eficiência desse procedimento está relacionada com a intensidade e com o movimento da vibração, do tipo de inserto utilizado, como a maneira em que a ponta é aplicada no retentor (BRANDÃO e cols., 2021; MACHADO e cols., 2022).

O tempo empregado na remoção de retentores com ultrassom dependerá da expertise do profissional, comprimento, diâmetro, forma, adaptação do pino no canal radicular, cimento usado (mais complexas com cimentos resinosos ou adesivos dentinários), resistências das interfaces cimento-dentina e cimento-pino, respectivamente (LOPES, SIQUEIRA JÚNIOR e ELIAS, 2015; MACHADO e cols., 2022).

Berbert e cols. (1995) indicaram a aplicação efetiva durante cinco minutos do ultrassom associada ao desgaste na linha de cimentação e tração, apresentaram eficácia e segurança na retirada de núcleos intrarradiculares cimentados com fosfato de zinco e remoção dos pinos. A ponta ultrassônica deve ser utilizada com irrigação minimizando o aquecimento do retentor durante a vibração,

consequente redução de imediata ou futura injúria no periodonto (RUDDLE, 2004; MACHADO e cols., 2022).

Freire (1995) indicou a técnica de sistema integrado e simultâneo de ultrassom (SISU) que utiliza concomitantemente dois aparelhos de ultrassom que agem em posições opostas, potencializando a energia transmitida pela área de justaposição das ondas ultrassônicas, rompendo a linha de cimentação. Alguns clínicos evitam o procedimento de remo dos pinos, receosos de causar fratura vertical radicular, especialmente nos casos de pinos muito calibrosos instalados em raízes delgadas, indicando a intervenção cirúrgica (CASTRISOS e ABBOTT, 2002).

## CIRURGIA PARENDODÔNTICA

A cirurgia parendodôntica (curetagem com alisamento ou plastia apical; apicectomia, apicectomia com obturação retrógrada; apicectomia com instrumentação; obturação radicular por via retrógrada; obturação do canal radicular simultânea ao ato cirúrgico) (LEAL, BAMPA e POLISELI NETO, 2005) é a indicação alternativa sequencial às complicações de impossibilidade ao tratamento ou retratamento endodôntico (BRAMANTE, BRAMANTE e MORAES, 2011), bem como, pela presença de retentores intrarradiculares volumosos, impedimentos anatômicos, acidentes iatrogênicos, calcificações radiculares e quando não encontrado acesso ao sistema de canais radiculares (MURGEL e CAMARGO, 2015).

Plotino e cols. (2007) reportaram que Bertrand e cols. (1976) e Flath e Hicks (1987) forma os pioneiros no uso das com pontas ultrassônicas modificadas e pré-curvadas para obter melhor acesso a área apical em cavidades retrógradas. A evolução de variedade des, tamanhos e ângulos das pontas ultrassônicas de retro-obturaçã, associados à microscopia, ampliou o sucesso dos procedimentos parendodônticos, consequência ao melhor acesso à extremidade apical radicular com apenas uma osteotomia de dimensões reduzidas.

Murgel e Camargo (2015) citaram a publicação de Gary Carr (1992), que reportou as inúmeras viabilidades do microscópio operatório em combinação com as pontas ultrassônicas e conceitos específicos, possibilitando a microcirurgia perirradicular (parendodôntica).

Bernardes e cols. (2007) ressaltaram a vantagem da utilização do ultrassom ao preparar a cavidade apical, pela versatilidade de pontas ultrassônicas em termos de angulação e designer, propiciando a manutenção da forma do canal em relação ao eixo radicular, sem deformar a área apical. A preparação da cavidade apical com insertos ultrassônicos reduz a necessidade de corte apical, como a exposição dos túbulos dentinários, consequente redução dos danos apicais. Avaliaram três diferentes pontas de diamante ultrassônicas em dentes submetidos à apicectomia, ressaltando a facilidade do acesso à cavidade e a redução do risco de perfuração, possibilitando a remoção de detritos necróticos e melhor retenção do material obturador.

Apesar da eficiência do ultrassom nas cirurgias parendodônticas, há relatos de ocorrência de micro-trincas na região apical de raízes retropreparadas, em relação ao uso de brocas (SOUDERS e cols., 1994; LAYTON e cols., 1996), embora, a maioria das pesquisas não apresentem diferenças significativas entre as técnicas (BERBERT, 2005).

Pinto e cols. (2011), citando Vieira (2009), destacaram que a cirurgia parendodôntica é um procedimento eficiente e com elevado índice de sucesso, quando devidamente indicada e realizada, como alternativa sequencial às impossibilidades do tratamento e retratamento da terapia endodôntica.

## Discussão

Observa-se que a terapia endodôntica, pelo desenvolvimento tecnológico e novas técnicas, incrementou a taxa de sucesso, incluindo a ampla empregabilidade do ultrassom, com corte mais lento e controlável, permitindo maior controle em relação aos instrumentos rotatórios, possibilitando uma alternativa segura e precisa para limpeza da câmara pulpar atrésica, calcificações nas embocaduras dos canais radiculares, como ao uso combinado com o microscópio cirúrgico na detecção dos canais MV2 (RUDDLE, 2004; ALAÇAM e cols., 2008; FELÍCIO, 2016; IANDOLO e cols., 2016; BORGES, 2017). Independente da qualidade das limas (flexibilidade e resistência) há intercorrências com fraturas (STOCKER, 2013), sendo indicado o ultrassom quando é possível uma boa visualização da obstrução (TERAUCHI, O' LEARY E SUDA, 2006).

A complementaridade da instrumentação pela irrigação ultrassônica positivou os efeitos químicos, biológicos e físicos no sistema de canais radiculares, potencializando a eficiência da limpeza (MOZO, LLENA e FORNER, 2012). Os efeitos de cavitação associados às soluções irrigantes promovem ação solvente sobre a parede do canal, eliminando a dentina contaminada e a degradação de compostos orgânicos e inorgânicos (HULSMANN e HAHN, 2000; VAN DER SLUIS, 2010; ROSSI-FEDELE, 2012; BORGES, 2017).

Destacou-se a irrigação ultrassônica passiva (PUI), seja pelos fenômenos físicos de corrente acústica e cavitação (ABBOTT e cols., 1991 e VAN DER SLUIS, 2005; 2007). Deve ser considerado o tipo de irrigante, alçando melhores resultados o uso associado de hipoclorito de sódio e EDTA, sob agitação ultrassônica (GUERISOLI e cols., 2002), como a irrigação com Endovac e PUI (MUNOZ e CAMACHO-CUADRO, 2012; ROMUALDO, 2013).

Ressalta-se a fase da obturação no tratamento endodôntico, na eliminação de espaços vazios que potencializam a proliferação de microrganismos, os quais possibilitam índices de insucesso (60% dos casos) (SCHILDER, 2006; HÖRSTED-BINDSLEV e cols., 2007; LOPES e cols., 2015). A indicação do instrumento ultrassônico possibilita o selamento tridimensional na obturação (inserção do cimento; condensação de guta-percha), decrementando o quantitativo e tamanho de espaços vazios (HOEN, LABOUNTY e KELLER, 1988; STAMOS, GUTMANN E GETTLEMAN, 1995); VAN DER SLUIS, 2007;

HERNANDEZ, GONZÁLEZ e JESUS, 2013; VALDIVA e MACHADO, 2017).

Word, Parashos e Messer (2003) indicaram a técnica ultrassônica com pontas CPR associados ao acesso criado por brocas de Gates, para remoção de instrumentos fraturados, quando visualizados e localizados na parte reta do canal. Quando encontrase no terço apical do canal ou depois da curvatura, há indicação para análise cuidadosa na tomada de decisão (SOUTER e MESSER, 2005; MANDARATI, QUALTROUGH e WATTS, 2010).

Tornou-se imprescindível o ultrassom (cavitação e microcorrente acústica) no retratamento endodôntico (BORGES, 2017). Há indicação da associação das técnicas manuais ao ultrassom (SANTOS e AUN, 1992), na maioria dos casos relatados.

Berbert e cols. (1995) indicaram maior eficácia e segurança na combinação do ultrassom com a tração mecânica na remoção de pinos intrarradiculares, com a vibração gerada pela ponta ultrassônica que causa fragmentação do cimento que une o retentor a estrutura dentária (LOPES, SIQUEIRA e ELIAS, 2015). Ainda, foram relatados que alguns profissionais têm restrições pelo risco de causar fratura vertical radicular, especialmente nos casos de pinos muito calibrosos (CASTRISOS e ABBOT, 2002).

Bramante, Bramante e Moraes (2011), como também, Murgel e Camargo (2015), indicaram a cirurgia paraendodôntica como alternativa de solução às complicações decorrentes do tratamento endodôntico, quando não existe acesso ao sistema de canais radiculares, mesmo com a maior versatilidade das pontas ultrassônicas em angulação, designer e controle de corte (PLOTINO e cols., 2007; MURGEL e CAMARGO, 2015), que associaram os insertos ao microscópio operatório.

Observa-se a eficácia do ultrassom nas cirurgias paraendodônticas, apesar de relatos de micro-trincas na região apical em raízes retropreparadas com ultrassom quando comparado ao uso de brocas (SOUDERS e cols., 1994; LAYTON e cols., 1996; PINTO e cols., 2011, citando VIEIRA, 2009). Entretanto, a maioria dos autores não encontrou diferença significativa entre as técnicas (BERBERT, 2005).

## Considerações Finais

A indicação do uso e aplicação do ultrassom na terapia endodôntica tem aumentado nos últimos anos, embasadas por trabalhos científicos, tais quais: acesso às entradas dos canais radiculares, irrigação, remoção dos instrumentos fraturados, retentores intra-radulares, obtenção e até mesmo no retratamento, tornando-se cada dia mais acessível aos profissionais promovendo maior facilidade, precisão e controle ao tratamento, principalmente de casos complexos, melhorando assim a previsibilidade e o prognóstico.

Observa-se que o uso adequado da tecnologia ultrassônica nas diversas fases da terapia endodôntica, propicia maior refinamento da técnica, menor desgasto das estruturas dentárias e, combinado

com outras tecnologias como o microscópio cirúrgico, propiciando resultados mais previsíveis e controlados, maior conforto aos profissionais devidamente habilitados e pacientes, fatores diretamente relacionados ao aumento da taxa de sucesso da terapia endodôntica.

Apesar de inúmeras indicações e vantagens, apresenta limitações, como: interferência da vibração ultrassônica com pacemakers de clínicos e pacientes, risco de fratura vertical radicular e possível geração de micro-trincas em raízes retropreparadas. Novos estudos e associações de técnicas e equipamentos são necessários a fim de melhorar cada vez mais a eficácia e aumentar as indicações de uso deste equipamento.

## Referências

- ABBOTT, P. V.; HEIJKOOP, O. S.; CARDACI, S. C.; HUME, W. R.; HEITHERSAY, G. S. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *International Endodontic Journal*. San Antonio, v. 24. p. 308-316, 1991. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1820364>. Acessado em: 25 mar 2020 às 11h30.
- ARMENDANI, W. A.; VIEIRA, R.F.; SOUZA, R. V.; BARROS, K.; VICTOR, A.; FÁBIO, S. Conhecendo a piezoelectricidade uma nova forma de geração de energia elétrica. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. São Paulo, v. 9. p. 314-320, 2016. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-eletrica/geracao-de-energiaeletrica>. Acessado: 22 mai 2020 às 20h03.
- ALAÇAM, T.; TINAZ, A. C.; GENC, O.; KAYAOGU, G. Second Mesio Buccal canal detection in maxillary first molars using microscopy and ultrasonics. *Australian Endodontic Journal*. Nova Gales do Sul, v. 34. p. 106-109, 2008. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1747-4477.2007.00090.x>. Acessado em: 14 mar 2020 às 20h48.
- ANJOS, T. A. Ultrassons e suas aplicações. 2020. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/ultrassons-suas-aplicacoes.htm>. Acessado: 29 fev 2020 às 20h10.
- BERBERT, F. L. C. V. Instrumentação, não convencional, de canais radiculares por meio da ativação ultra-sônica e outras aplicabilidades do ultra-som em Endodontia. Em: LEONARDO, M. R. *Endodontia: tratamento de canais radiculares: princípios técnicos e biológicos*. São Paulo: Artes Médicas, v. 2. cap. 1, p. 721- 723, 2005.
- BERNARDES, R. A.; MORAES, I. G.; GARCIA, R. B.; BERNARDINELLI, N.; BALDI, J. V.; VICTORINO, F. R.; VASCONCELOS, B. C.; DUARTE, M. A. H.; BRAMANTE, C. M. Evaluation of Apical Cavity Preparation With a New Type of Ultrasonic Diamond Tip. *Journal of Endodontics*. San Antonio, v. 33. p. 484-487, 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17368345/>. Acessado em: 20 mar 2020 às 20h58.
- BERBERT, A.; MAHER FILHO, T.; UENO, A. H.; BRAMANTE, C. M.; ISHIKIRIAMA, A.; The Influence of ultrasound in removing intraradicular posts. *International Endodontic Journal*. San Antonio, v. 54. p. 54-56, 1995. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2591.1995.tb00167.x>. Acessado em: 13 mar 2020 às 21h33.
- BORGES, M. A. G. Utilização do ultrassom na Endodontia. Em: LEONARDO, M. R.; LEONARDO, R. T. *Tratamento de canais radiculares: avanços técnicos e biológicos de uma endodontia minimamente invasiva em nível apical e periapical*. São Paulo: Artes Médicas, cap. 11, p. 169-177, 2017.
- BRANDÃO, L. A.; DE OLIVEIRA, E.T.; DE SOUZA, G. A. Uso do aparelho de ultrassom odontológico para a remoção de retentores intrarradiculares - revisão narrativa da literatura. *Scientia Generalis*. V.2. p. 255-62, 2022. Disponível em: <http://scientiageneralis.com.br/index.php/SG/article/view/203/147>. Acessado em 21 de agosto de 2023.
- BRAMANTE, C.; BRAMANTE, A. S.; MORAES, I. G. Cirurgia paraendodôntica. Em: SOARES, I. J.; GOLDBERG, F. *Endodontia técnicas e fundamentos*. Porto Alegre: Artmed, cap. 18, p. 361-364, 2011.
- CASTRISOS, T.; ABBOTT, P. V. A survey of methods used for post removal in specialist endodontic practice. *International Endodontic Journal*. San Antonio, v.35. p. 172-180, 2002. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/11517136\\_A\\_survey\\_of\\_methods\\_used\\_for\\_post\\_removal\\_in\\_specialist\\_endodontic\\_practice](https://www.researchgate.net/publication/11517136_A_survey_of_methods_used_for_post_removal_in_specialist_endodontic_practice). Acessado em: 05 mar 2020 às 22h05.
- CHHINA, H.; HANS, M.K.; CHANDER, S. Ultrasonics: a novel approach for retrieval of separated instruments. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. Delhi, v. 9. p. 18-20, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25738092>. Acessado em: 24 fev 2020 às 15h57.
- CROZETA, B.; SOARES, I.; CAPELLI, A.; SILVA, E. A utilização do ultrassom em endodontia: princípios básicos e indicações clínicas. *Rev Odontol Bras Central*. São Paulo, v.31. p. 78-93, 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/361267691\\_A\\_utilizacao\\_do\\_ultrassom\\_em\\_endodontia\\_principios\\_basicos\\_e\\_indicacoes\\_clinicas](https://www.researchgate.net/publication/361267691_A_utilizacao_do_ultrassom_em_endodontia_principios_basicos_e_indicacoes_clinicas). Acessado em: 20 de agosto de 2023.



- DASTGURDI, M. E.; KHABIRI, M.; KHADEMI, A.; JAHROMI, M. Z.; DASTNAEI, P. H. Effect of Post Length and Type of Luting Agent on the Dislodging Time of Metallic Prefabricated Posts by Using Ultrasonic Vibration. *Journal of Endodontics*. San Antonio, v. 39. p. 1423-1427, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24139266/>. Acessado em: 05 mai 2020 às 17h37.
- DE DEUS, G. A.; MARTINS, F.; LIMA, A. C.; GURGEL-FILHO, E. D.; MANIGLIA, C. F.; COUTINHO-FILHO, T. Analysis of the film thickness of a root canal sealer following three obturation techniques. *Brazilian Oral Research*. Belo Horizonte, v. 17. p. 119-125, 2003. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14569352>. Acessado em: 18 mar 2020 às 21h58.
- DEL FABBRO, M.; TASCHERI, S.; TESTORI, T.; FRANCIETTI, L.; WEINSTEIN, R. L. Surgical Versus Non-Surgical Endodontic Re-Treatment for Periradicular Lesions. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Hoboken, v. 18. p. 3. 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17636803/>. Acessado em: 28 fev 2020 às 13h05.
- FELÍCIO, A. A. Ultrassom em endodontia. Porto: Universidade Fernando Pessoa. Faculdade de Ciências da Saúde. 2016. 76 p. (Dissertação de Mestrado). Disponível em: [https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/5766/1/PPG\\_25838.pdf](https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/5766/1/PPG_25838.pdf). Acessado: 24 fev 2020 às 22h33.
- FREIRE, Â. M. Tratamentos, remoção de pinos. 1995. Disponível em: <https://www.angelfreireendodontia.com.br/tratamentos/remocao-de-pinos.html>. Acessado em: 10 dez 2020 às 10h51.
- GUERISOLI, D. M.; MARCHESAN, M. A.; WALMSLEY, A. D.; LUMLEY P. J.; PECORA J. D. Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. *International Endodontic Journal*. San Antonio, v. 35. p. 418-421, 2002. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1205991>. Acessado em: 25 mar 2020 às 12h05.
- HASHEM, A. A. Ultrasonic vibration: temperature rise on external root surface during broken instrument removal. *Journal of Endodontics*. San Antonio, v. 33. p. 1070-1073, 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17931935>. Acessado em: 25 fev 2020 às 11h05.
- HERNÁNDEZ, H. E.; RIOLOBOS, G. M. F.; MENA, A. J. Applications of ultrasonic in endodontics. *Científica Dental*. Madrid, v. 10. p. 7-14, 2013. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-111946?lang=en>. Acessado em: 29 fev 2020 às 22h05.
- HOEN, M. M.; LABOUNTY, G. L.; KELLER, D. L. Ultrasonic endodontic sealer placement. *Journal of Endodontics*. San Antonio, v. 14. p. 169-174, 1988. Disponível em: [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(88\)80257-7/abstract](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(88)80257-7/abstract). Acessado em: 26 fev 2020 às 20h54.
- HÖRSTED-BINDSLEV, P.; ANDERSEN, M. A.; JENSEN, M. F.; NILSSON, J. H.; WENZEL, A. Quality of molar root canal fillings performed with the lateral compaction and the single-cone technique. *Journal of Endodontics*. San Antonio, v. 33. p. 468-471, 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17368341>. Acessado em: 28 fev 2020 às 21h54.
- HÜLSMANN, M.; HAHN, W. Complications during root canal irrigation—literature review and case reports. *International Endodontic Journal*. San Antonio, v. 33. p. 186-193, 2000. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11307434>. Acessado em: 27 mar 2020 às 20h45.
- IANDOLO, A.; IANDOLO, G.; MALVANO, M.; PANTALEO, G.; SIMEONEA, M. Moderne technologie in Endodontia. *Giornale Italiano di Endodontia*. Nápoles, v. 30. p. 2-9, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1121417115000308>. Acessado em: 04 mar 2020 às 23h05.
- LEAL, J. M.; BAMPA, J. U.; POLISELI NETO, A. Cirurgias parêndodônticas indicações, contra-indicações, modalidades cirúrgicas. Em: LEONARDO, Mario Roberto. *Endodontia: tratamento de canais radiculares: princípios técnicos e biológicos*. São Paulo: Artes Médicas, v. 2. cap. 30, p. 1263-1280, 2005.
- LOPES, M.L.C.S.; TINÉ, M.E.G.; ALBUQUERQUE, M.M.C.; LIMA, A.K.M.F.; SILVA, M.E.A.; JORGE, B.V.L.V.; SILVA, L.B. O ultrassom e a sua funcionalidade para a endodontia - Revisão de literatura. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 6. 2023 Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/372200041\\_O\\_ultrassom\\_e\\_a\\_sua\\_funcionalidade\\_para\\_a\\_endodontia\\_-\\_Revisao\\_de\\_literatura](https://www.researchgate.net/publication/372200041_O_ultrassom_e_a_sua_funcionalidade_para_a_endodontia_-_Revisao_de_literatura). Acessado em: 20 de agosto de 2023.
- LOPES, H. P.; SIQUEIRA Jr J. F.; ELIAS C. N. Retratamento Endodôntico. Em: LOPES, Hélio Pereira; SIQUEIRA, José Freitas Jr. *Endodontia: biologia e técnica*. São Paulo: Elsevier, cap. 12, p. 810-811, 2015.
- MACHADO, P.H.M.; SILVA, R.P.; YAMASHITA, R.K.; OGATA, L.I. Removal of intra-radicular retainers by means of ultrasound: a literature review. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 14. 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/364649586\\_Remocao\\_de\\_retentores\\_intra-radiculares\\_por\\_meio\\_de\\_ultrassom\\_uma\\_revisao\\_de\\_literatura](https://www.researchgate.net/publication/364649586_Remocao_de_retentores_intra-radiculares_por_meio_de_ultrassom_uma_revisao_de_literatura). Acessado em: 20 de agosto de 2023.
- MANDARATI, A. A.; QUALTROUGH, A. J.; WATTS, D. C. Effect of retained fractured instruments on tooth resistance to vertical fracture with or without attempt at removal. *International Endodontic Journal*. San Antonio, v. 43. p. 1047-1053, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20726909>. Acessado em: 05 mar 2020 às 23h34.
- MEDWIN, H.; CLARENCE, S. C. High intensities. Em: MEDWIN, H.; CLARENCE, S. C. *Fundamentals of coustical oceanography*. New York: Academic press, v. 1. cap. 5, p. 179-182, 1997.
- MENEZES, M. M.; SILVA, A. S.; PALO, R. M.; FERNANDES A. M. M.; VALERA, M. C. O uso do ultra-som na remoção de retentores intra-radiculares com diferentes tipos de retenção. *Revista Odonto Ciência*. Porto Alegre, v. 24. p. 45-48, 2009. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-506376>. Acessado em: 07 mai. 2020 às 21h21.
- MICHELON, C.; FRIGHETTO, M.; LANG, P. M.; BELLO, M. D. C.; PILLAR, R.; SERPA, G. F.; BIER, C. A. Efficacy of passive ultrasonic irrigation in removing root filling material during endodontic retreatment. *Revista de Odontologia da UNESP*. São Paulo, v. 45. p. 15-20, 2016. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S180725772016000100015](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180725772016000100015). Acessado em: 05 maio 2020 às 19h40.
- MIRANDA, L.G.; MILHOMEM, C.N.R. Uso do Ultrassom no Acesso Endodôntico de Dentes com Calcificação Pulpar: Revisão de Literatura. *JNT- Facit Business and Technology Journal*. Tocantins, v.1. p. 227-36. Disponível em: <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. Acessado em 20 de agosto de 2023.
- MOURA-NETTO, C.; MICHELOTTO, A. L. D. C.; ARAKI, A. T.; AKISUE, E.; DAVIDOWICZ, H.; MOURA, A. A. M. D.; AUN, C. E. Análise comparativa das técnicas de desobturação ultrassônica e com o laser diodo de alta intensidade, em função do tempo e quantidade de material removido. *Revista do instituto de Ciências da Saúde*. São Paulo, v. 24. p. 25-29, 2006. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001623711>. Acessado em: 04 mai 2020 às 18h17.
- MOZO, S.; LLENA, C.; FORNER, L. Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirurgia Bucal*. v. 17. p. 512-516, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22143738>. Acessado: 25 mar 2020 às 21h38.
- MURGEL, C. A. F.; CAMARGO, J. M. P. Tratamento do fracasso endodôntico, cirurgia periradicular. Em: LOPES, Hélio Pereira; SIQUEIRA JR, José Freitas. *Endodontia: biologia e técnica*. São Paulo: Elsevier, cap. 18, p. 1207-1215, 2015.
- MUNOZ, H. R.; CAMACHO-CUADRA, K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. *Journal of Endodontics*. San Antonio, v. 38. p. 445-448, 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22414827/>. Acessado em: 11 dez 2020 às 20h48.
- NOGUEIRA, R. O que é o efeito Piezoelétrico. 2011. Disponível em: <https://bcend.com.br/o-que-e-efeito-piezoelétrico/>. Acessado: 28 fev 2020 às 23h25.
- PÉCORA, J. D.; GUERISOLI, D. M. Z. Ultra-som. 2004. Disponível em: <http://www.forp.usp.br/restauradora/us01.htm>. Acessado: 29 fev 2020 às 22h45.
- PINTO, M.S.C.; FERRAZ, M.A.A.L.; FALÇÃO, C.A.M.; MATOS, F.T.C.; PINTO, A.S.B. Cirurgia parêndodôntica: revisão da literatura. *Revista Interdisciplinar NOVAFAP*. Teresina, v. 4. p. 55-60, 2011. Disponível em: [https://revistainterdisciplinar.uninovafapi.edu.br/revistainterdisciplinar/v4n4/revisao/re-v1\\_v4n4.pdf](https://revistainterdisciplinar.uninovafapi.edu.br/revistainterdisciplinar/v4n4/revisao/re-v1_v4n4.pdf). Acessado: 22 mai 2020 às 21h11.
- PLOTINO, G.; PAMEIJER, C. H.; GRANDE, N. M.; SOMMA, F. Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. *Journal of Endodontics*. San Antonio, v. 33. p. 81-95, 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/6544758\\_Ultrasonics\\_in\\_Endodontics\\_A\\_Review\\_of\\_the\\_Literature](https://www.researchgate.net/publication/6544758_Ultrasonics_in_Endodontics_A_Review_of_the_Literature). Acessado em: 10 mar 2020 às 21h20.
- ROSSI-FEDELLE, G.; DOĞRAMACI E. J.; GUASTALLI A. R.; STEIER L.; FIGUEIREDO JA. Antagonistic interactions between sodium hypochlorite, chlorhexidine, EDTA, and citric acid. *Journal of Endodontics*. San Antonio, v. 38. p. 426-431, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22414823>. Acessado em: 25 mar 2020 às 12h05.
- ROMUALDO, P. C. Sistemas de irrigação de canais radiculares: avaliação radiográfica, histopatológica, histomicrobiológica e histoenzimológica, em dentes de cães com lesão periapical. Ribeirão Preto. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto. 2013. 97 p. (Dissertação de Mestrado). Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/58/58135/tde-12072013-143023/publico/ME\\_Priscilla\\_Romualdo\\_Original.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/58/58135/tde-12072013-143023/publico/ME_Priscilla_Romualdo_Original.pdf). Acessado em: 12 dez às 22h55.
- RUDDLE, C. J. Nonsurgical retreatment. *Journal of Endodontics*. San Antonio, v. 30. p. 827-845, 2004. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15564860>. Acessado em: 26 fev 2020 às 12h10.
- SANTOS, Hugo Campos Oliveira; TACON, Kelly Cristina Borges; AMARAL, Waldemar Naves. As raízes do Ultrassom. Em: Santos, Hugo Campos Oliveira; AMARAL, Waldemar Naves. *A história da ultrassonografia no Brasil*. São Paulo: Sbus, cap. 2, p. 13-15, 2012.
- SANTOS, M.; AUN, C. E. Análise comparativa in vitro da eficiência na desobturação dos canais radiculares entre as técnicas manual e sônica. *Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas*. São Paulo, v. 46. p. 685-688, 1992. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-155634>. Acessado em: 10 mai 2020 às 19h21.
- SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. *Dental Clinics of North America*. New York, v. 18. p. 269-296, 1974. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4522570>. Acessado: 27 fev 2020 às 22h37.
- SCHILDER, H. Filling Root Canals in Three Dimensions. 1967. *Journal of Endodontics*. San Antonio, v. 32. p. 281-290, 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16554195/>. Acessado: 18 fev 2020 às 20h33.
- SOEIMA, T. O. F. A utilização de ultrassons na endodontia. Porto: Universidade Fernando Pessoa. Faculdade de Ciências da Saúde, 2017, 27 p. (Dissertação de Mestrado). Disponível em: [https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/6548/1/PPG\\_23830.pdf](https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/6548/1/PPG_23830.pdf). Acessado: 20 fev 2020 às 21h47.
- SOUTER, N. J.; MESSER, H. H. Complications associated with fractured file removal using an ultrasonic technique. *Journal of Endodontics*. San Antonio, v. 31. p. 450-452, 2005. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15917685>. Acessado em: 08 mar 2020 às 23h54.
- STAMOS, D. E.; GUTMANN, J. L.; GETTLEMAN, B. H. In vivo evaluation of root canal sealer distribution. *Journal of Endodontics*. San Antonio, v. 21. p. 177-179, 1995. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Stamos%2C+gutmann+e+gettlemann+1>. Acessado: 11 abr 2020 às 19h47.
- STOCKER, I. N. M. Abordagem clínica de instrumentos fracturados em Endodontia. Porto: Universidade Fernando Pessoa. Faculdade de Ciências da Saúde, 2013, 68 p. (Dissertações de Mestrado). Disponível em: <https://bdigital.ufp.pt/handle/10284/3914>. Acessado: 11 mar 2020 às 21h47.

- SUTER, B.; LUSSI, A.; SEQUEIRA, P. Probability of removing fractured instruments from root canals. *International Endodontic Journal*. San Antonio, v. 38. p. 112-123, 2005. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15667633>. Acessado: 06 mar 2020 às 23h37.
- TERAUCHI, Y.; O'LEARY, L.; SUDA, H. Removal of separated files from root canals with a new file-removal system: Case reports. *Journal of Endodontics*, San Antonio, v. 32. p. 789-797, 2006. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16861084>. Acessado: 05 mar 2020 às 22h47.
- VALDIVIA, J. E.; MACHADO, M. E. L. Onda ultrassônica de termoplastificação da obturação pela técnica segmentada. *Full Dentistry in Science*. São José dos Pinhais, v. 9, n. 35, p. 135-143, 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/325461327\\_Onda\\_ultrassonica\\_de\\_termoplastificacao\\_da\\_obturacao\\_pela\\_tecnica\\_segmentada\\_Ultrasonic\\_wave\\_of\\_obturation\\_by\\_segmented\\_technique](https://www.researchgate.net/publication/325461327_Onda_ultrassonica_de_termoplastificacao_da_obturacao_pela_tecnica_segmentada_Ultrasonic_wave_of_obturation_by_segmented_technique). Acessado em: 09 dez 2020 às 21h05.
- VAN DER SLUIS, L. W.; VERSLUIS, M.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontic Journal*. San Antonio, v. 40. p. 415-26, 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17442017>. Acessado: 29 fev 2020 às 21h46.
- VAN DER SLUIS, L. W.; VOGELS, M. P.; VERHAAGEN, B.; MACEDO, R.; WESSELINK P. R. *Journal of Endodontics*. San Antonio, v. 36. p. 737-740, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20307755>. Acessado: 29 fev 2020 às 19h56.
- VAN DER SLUIS, L. W.; WU, M. K.; WESSELINK, P.R. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper. *International Endodontic Journal*. San Antonio, v. 38. p. 764-768, 2005. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1616469>. Acessado: 29 fev 2020 às 23h45.
- WARD, J. R.; PARASHOS, P.; MESSER, H. H. Evaluation of an ultrasonic technique to remove fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals: an experimental study. *Journal of Endodontics*. San Antonio, v. 29. p. 756-763, 2003. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14651285>. Acessado: 29 fev 2020 às 18h36.