

CAPÍTULO 4 IRRIGAÇÃO EM ENDODONTIA

*Thiago Cardoso Vianna
Priscila Xavier de Araújo
Jafrá Carvalho Furtado
Giselle Corrêa de Oliveira,
Bruna Cristiane Carvalho do Amaral,
Arianne Alexandre de Moraes Arraes,
Amanda da Costa Silveira Sabbá*

O sucesso clínico do tratamento endodôntico depende diretamente da eficácia do desbridamento do sistema de canais radiculares por meio de instrumentação e desinfecção efetivas, bem como do selamento da cavidade endodôntica previamente aumentada (Gu *et al.*, 2017). Algumas áreas são mais difíceis ou até inacessíveis aos instrumentos, prejudicando, assim, a limpeza mecânica. Desse modo, o uso de substâncias químicas é essencial para possibilitar desinfecção e remoção de detritos (Zehender, 2006). O debridamento químico é obtido a partir da limpeza e desinfecção efetiva do sistema de canais radiculares, usando irrigantes e as técnicas apropriadas (Gulabivala, 2005). A complexa anatomia do canal radicular inclui istmos, canais laterais e canais acessórios, levando a consideráveis áreas perdidas e de difícil acesso durante a instrumentação mecânica (Peters, *et al.*, 2001). Além disso, o biofilme bacteriano, vírus, leveduras e *smear layer* formados durante a instrumentação tornam o procedimento de desbridamento mecânico mais desafiador e formam um obstáculo para a limpeza completa do sistema de canais radiculares (Torabinejad *et al.*, 2002). Por isso, a irrigação é parte fundamental

do tratamento bem-sucedido, uma vez que cumpre funções mecânicas, químicas e microbiológicas importantes (Ferreira, 2002). Durante a terapia endodôntica, as soluções químicas também são usadas para auxiliar a ação dos instrumentos endodônticos no processo de limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares. A lubrificação das paredes dentinárias por essas soluções diminui a resistência mecânica de estresse nos instrumentos rotatórios do canal radicular, dificultando a fratura do instrumento (Zehnder, 2006).

As soluções utilizadas na desinfecção química devem ter idealmente a capacidade de penetrar nos túbulos dentinários e oferecer um forte efeito antibacteriano a longo prazo. Elas devem também ser biocompatíveis e remover a *smear layer* sem efeitos adversos na dentina ou na capacidade de selamento dos materiais obturadores, além de serem de baixo custo, de uso conveniente e não causar nenhuma descoloração dos dentes (Torabinejad, 2002). Devem, preferencialmente, conseguir dissolver componentes orgânicos e inativar endotoxinas bacterianas. Como os irrigantes endodônticos entram em contato com tecidos, eles devem ser sistemicamente atóxicos, não cáusticos para o periodonto e tecidos e ter pouco potencial a causar uma reação anafilática (Zehnder, 2006). Soluções irrigantes como o hipoclorito de sódio (NaOCl), gluconato de clorexidina (CHX) e agentes quelantes, como o ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA), ácido cítrico (CA) e ácido maleico (MA), são utilizados como soluções únicas ou combinações em protocolos de irrigação (Guastalli *et al.*, 2015). Embora essas soluções sejam importantes para a limpeza e desinfecção dos canais radiculares, também têm o poder de alterar a composição química e propriedades estruturais da dentina, modificando a proporção de minerais de cálcio e fosfato (Marchion *et al.*, 2017; Lima Nogueira *et al.*, 2018). Portanto, o objetivo desse capítulo é reforçar a importância das soluções irrigantes

e suas características no auxílio do preparo químico-mecânico, na limpeza e sanificação do canal radicular, bem como seus métodos de irrigação que apresentam avanço tecnológico mais atuais.

4.1 Soluções Irrigantes

O Hipoclorito de sódio (NaOCl) é a solução irrigante mais utilizada na terapia endodôntica devido à sua excelente ação antimicrobiana, capacidade de reduzir fatores de virulência e dissolução do tecido pulpar (Lantigua *et al.*, 2018; Boutsjoukis *et al.*, 2022). A ação química do NaOCl é fornecida pelo cloro livre disponível, que se constitui em hipoclorito (OCl) e ácido hipocloroso (HOCl). Ambos são oxidantes fortes e suas quantidades relativas dependem do pH, podendo estar próximo a 11-12 (Cai *et al.* 2023). Essa solução é utilizada em concentrações que variam entre 0,5% e 5,25% (Ruksakiet *et al.*, 2020). No entanto, não há consenso sobre a concentração ideal. Pode ser encontrado em composição líquida ou gel e é popularmente utilizado por meio de seringa (Cai *et al.* 2023). Para melhorar o efeito antibacteriano, o NaOCl deve agir em contato com as paredes dentinárias por mais tempo (Ali *et al.* 2022). Entretanto, mesmo com tantos benefícios, o uso dessa solução também apresenta desvantagens, como a ineficácia na remoção de *smear layer*, modificação das propriedades estruturais e mecânicas da dentina e alta toxicidade aos tecidos periodontais (Lantigua *et al.*, 2018).

O gluconato de clorexidina (CHX) é uma solução que possui atividade antimicrobiana contra bactérias, leveduras e fungos. Suas moléculas possuem capacidade de alterar o equilíbrio osmótico das paredes celulares microbianas (Camilleri, 2021). É considerada uma alternativa ao uso do NaOCl devido às suas propriedades antimicro-

bianas (Torini *et al.* 2022), substantividade e menor toxicidade aos tecidos. Geralmente é usada em concentrações de 2%, podendo ter apresentação na forma de gel ou solução (Ruksakiet *et al.* 2020). Em altas concentrações, a CHX exerce um efeito bactericida, por outro lado, em baixas concentrações, fornece um efeito bacteriostático (Ali *et al.*, 2022). Contudo, a falta de capacidade de dissolver tecido orgânico é uma desvantagem considerável (Lopes; Siqueira, 2015).

O ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) é um quelante que apresenta soluções de 15% a 17% de seu sal dissódico, possui um pH neutro, ou ligeiramente alcalino, capaz de dissolver os resíduos de tecido duro (Boutsjoukis *et al.*, 2022). É frequentemente utilizado para a irrigação do canal radicular e sua ação quelante atua de modo a desestabilizar o biofilme e remover as bactérias da *smear layer* (Lopes; Siqueira, 2015).

Para minimizar seus efeitos deletérios, é indicado utilizá-lo por curtos períodos, de até dois minutos (Dotto *et al.*, 2020), pois o contato prolongado com as paredes dentinárias resulta em alterações na estrutura da dentina (Camilleri, 2021). Quando associado ao NaOCl, o EDTA aumenta a eficácia na remoção da *smear layer* pela desmineralização dos componentes inorgânicos da dentina (Lantigua *et al.*, 2018). Porém, por conta de sua alta tensão superficial, esse irrigante possui pouca penetração nos túbulos dentinários e nas irregularidades do canal (Giardino *et al.*, 2020).

O ácido etidrônico (HEDP) é um novo irrigante utilizado para complementar a ação do NaOCl. Estudos sugerem seu uso como irrigante único combinado ao NaOCl e/ou após a instrumentação final (Giardino *et al.*, 2020; Neelakantan *et al.*, 2012). É um quelante fraco, biocompatível e, quando associado ao NaOCl, fornece pouca interferência com o solvente (Lantigua *et al.*, 2018), pois não consome o cloro livre ativo, mantendo, assim, a sua efetividade (Tartari *et*

al., 2013). Atua reduzindo a formação de *smear layer*, dissolvendo restos de tecidos pulpare e exerce uma forte ação antimicrobiana contra o biofilme, agindo dentro dos túbulos dentinários. Pode ser encontrado na forma de cápsulas para ser misturado com NaOCl ou confeccionado em farmácia de manipulação. A associação dessas soluções não aumenta a citotoxicidade e nenhum efeito adverso tem sido observado durante seu uso clínico (Camilleri, 2021). Além disso, durante o preparo biomecânico, a *smear layer* não é formada, contudo, se o HEDP for utilizado apenas como protocolo final, é necessário o tempo de cinco minutos a solução remover toda a *smear layer* (Boutsjoukis *et al.*, 2022; Tartari *et al.*, 2013).

O ácido cítrico e o ácido maleico são quelantes fortes e biocompatíveis que podem substituir o EDTA. A ação antimicrobiana do ácido cítrico é restrita, porém, quando comparado ao EDTA, é semelhantemente eficaz na remoção da *smear layer* (Ali *et al.*, 2022), enquanto o ácido maleico é capaz para eliminar bactérias organizadas em biofilmes (Boutsjoukis *et al.*, 2022). O NaOCl continua sendo o principal irrigante utilizado na terapia endodôntica e a associação com quelantes é necessária para uma limpeza mais eficaz (Ali *et al.*, 2022). Entretanto, o uso alternativo com quelantes fortes durante a instrumentação tem sido contraindicado²⁹, por isso, após a instrumentação final, o canal deve ser irrigado com um quelante como o EDTA ou HEDP para remoção da *smear layer* e dos detritos de tecido duro. O protocolo sugerido para a irrigação do canal radicular ainda é utilizar o NaOCl durante o preparo químico-mecânico, seguido do protocolo de irrigação final, realizando o uso alternado de EDTA e NaOCl. Contudo, esse método possui limitações devido à ação do EDTA no colágeno da dentina, que promove erosão na parede do canal radicular (Boutsjoukis *et al.*, 2022).

4.2 Métodos de Irrigação

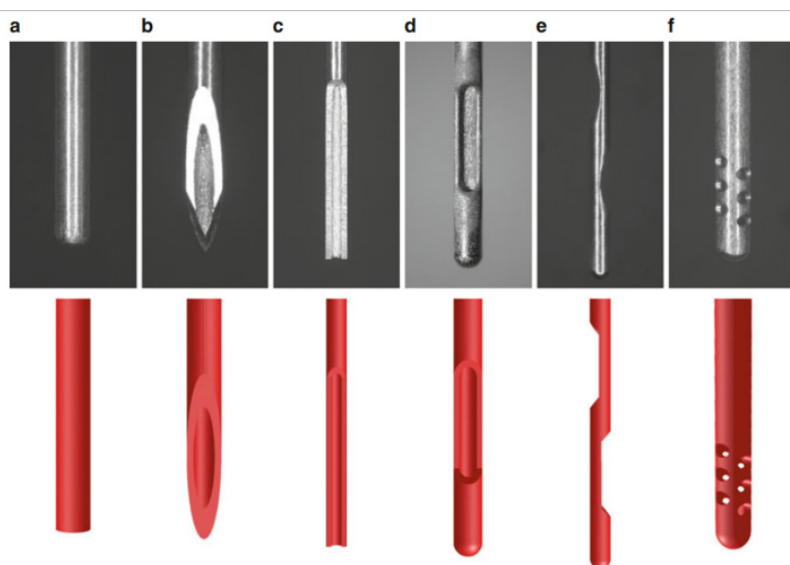
Todos os irrigantes descritos na seção anterior podem ser utilizados com qualquer uma das técnicas de irrigação que serão descritas e a maioria pode ser agitada ou ativada sem interferências (Camilleri, 2021). O método de irrigação ideal deve ser capaz de aplicar o irrigante em todo o sistema de canais radiculares para ficar em contato próximo com os microrganismos. Deve-se, também, realizar trocas da solução irrigante com frequência para compensar seu consumo e manter a solução sempre fresca no canal, aplicar tensão de cisalhamento nos microrganismos para separá-los da parede do canal radicular e, assim, desenvolver um fluxo reverso para transportar os debris dentinários para fora do sistema de canais radiculares, além de evitar a extrusão inadvertida do irrigante através do forame apical (Boutsjoukis *et al.*, 2022).

Atualmente, uma variedade de técnicas e dispositivos de irrigação estão sendo usados para melhorar a desinfecção do sistema de canais radiculares. No entanto, a seringa e agulha de irrigação endodôntica convencional são o sistema de irrigação mais amplamente utilizado por apresentarem alta eficiência, ampla disponibilidade e baixo custo (Dutner; Mines; Anderson, 2012; Spoorthy *et al.*, 2013). Também é conhecida como técnica de irrigação por pressão positiva, pois utiliza a força formada dentro da seringa devido à pressão no êmbolo. O irrigante flui dentro do canal radicular do terço apical em direção ao terço cervical e, normalmente, sai pelo orifício do canal radicular, onde geralmente é evacuado por uma ponta de aspiração (Kontogiannis *et al.*, 2019).

De acordo com Camilleri (2021) e Boutsjoukis *et al.* (2010), as agulhas de irrigação são de dois tipos. A primeira se trata de agulhas de ponta aberta, as quais facilitam o fluxo direto do irrigante

pela ponta. A segunda, por outro lado, trata-se de agulhas de ponta fechada, as quais facilitam o escoamento do irrigante por um ou mais lados. Em agulhas de ponta aberta, o irrigante não conseguirá alcançar mais de 1 mm além da ponta da agulha quando o preparo apical for compatível ao diâmetro 30. Deve ser colocado livremente 2-3 mm aquém do comprimento de trabalho para evitar extrusão de irrigantes. Porém, as agulhas de ponta fechada devem ser colocadas ainda mais perto (dentro de 1 mm), o que pode ocasionar acidentes iatrogênicos.

Figura 4.1: Seis agulhas diferentes, 30G, (A, B, C) Agulhas com final aberto: (A) Achatada, (B) Com bisel, (C) Com fenda, (D, E, F) Agulhas com final fechado: (D) Ventilada de lado, (E) Ventilada em dois lados e (F) multi-ventilada (orifícios).



Fonte: Boutsoukis, C., Verhaagen, B., Versluis, M., Kastrinakis, E., Wesselink, P., van der Sluis, L.W.M. Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *J. Endod.* 2010; 36:875–9.

2010; 36:875–9.

O diâmetro da agulha é de suma importância para atingir todo o sistema de canais radiculares (Figura 4.2). Recomenda-se o uso de agulhas de pequeno diâmetro, variando de calibre 27-31. As agulhas de calibre 30 são consideradas padrão ouro para a utilização e correspondem ao tamanho do instrumento 35. O principal problema ocorre com agulhas de pequeno diâmetro (< 30), nas quais é necessária uma força extra aplicada ao êmbolo para garantir o fluxo do irrigante (Boutsjoukis, 2015). Existem alguns fatores que melhoram a eficácia da irrigação com seringa convencional, como a proximidade da agulha ao ápice (Chow, 1983) e um pequeno calibre de agulha de irrigação, um grande volume de irrigante fornecido lentamente (Sadgley *et al.*, 2004; Aboui-Rass *et al.*, 1982).

Figura 4. 2: Agulha Irriflex em plástico, possui dupla ventilação lateral. Produits Dentaires SA, Vevey, Suíça



Fonte: <https://kitus.pt/inicio/30-gulha-irrigacao-irriflex.html>

No entanto, de acordo com Wu e Wesselink (2001), áreas inacessíveis que abrigam bactérias e detritos foram encontradas após irrigação com seringa convencional. Esse problema ocorre devido à localização da ponta da agulha e à profundidade de penetração da solução de irrigação, segundo Tashkandi e Alghamdi (2022). Duran-

te a administração do irrigante, a agulha deve ser movida para dentro e para fora ao longo do canal radicular, sem exceder a profundidade de inserção desejada. Esse movimento pode melhorar a limpeza mecânica do canal, além de evitar que a agulha prenda, impedindo acidentes como extravasamento de irrigantes para os tecidos perirradiculares (Camilleri, 2021).

A irrigação com seringa parece ser eficaz no canal radicular principal, desde que os requisitos relativos ao tamanho do canal, profundidade de inserção da agulha e fluxo de irrigação sejam satisfatórios. Vários estudos *ex vivo* e um ensaio clínico não encontraram nenhuma diferença significativa entre a irrigação por seringa e uma variedade de outros métodos, incluindo irrigação por pressão negativa, ativação sônica e ativação ultrassônica, em relação à remoção de restos de tecidos moles, restos de tecido duro, bactérias e biofilme do canal radicular principal ou a cicatrização da periodontite apical (Bhuva *et al.*, 2010; Howard *et al.*, 2011; Liang *et al.*, 2013). A irrigação com seringa parece ser suficiente para dentes com canal radicular único, amplo e anatomia simples. Porém, Loronzo *et al.*, (2020) demonstraram que os irrigantes administrados por meio de uma seringa e agulha não são capazes de atingir as irregularidades do canal radicular nem penetrar nos canais laterais e regiões de istmos. Métodos de irrigação, especialmente métodos de ativação do irrigante, podem ser necessários em casos com anatomia mais complexa.

4.3 Sob Pressão Negativa

A distribuição de irrigantes por todo o comprimento do sistema de canais radiculares pode ser obtida com irrigação por pressão negativa (Nielsen; Baumgarther, 2007). Nesse método, o irrigante é

levado à câmara pulpar com o auxílio de uma cânula fina, colocada perto do comprimento de trabalho, e o irrigante é levado por todo o canal radicular, mantendo, assim, um reabastecimento constante da solução (Ng *et al.*, 2021).

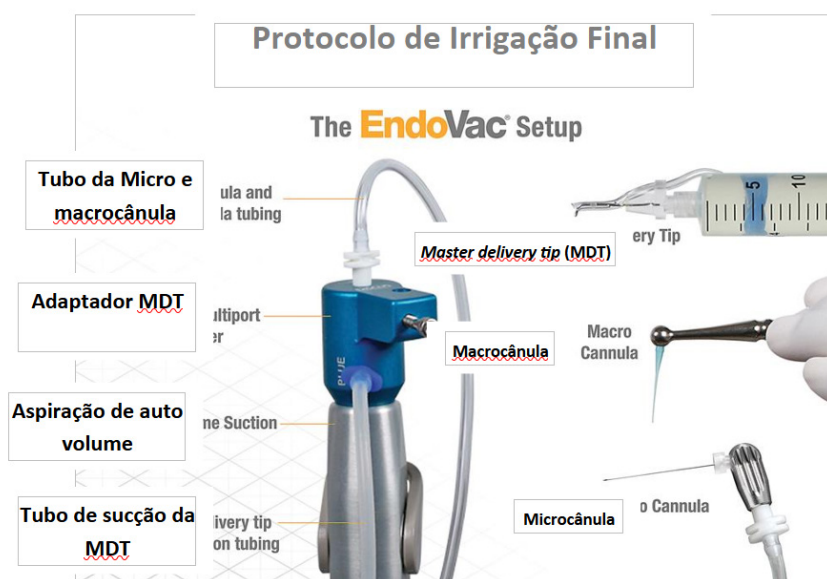
Vários dispositivos foram projetados para melhorar a irrigação do sistema de canais radiculares, entre eles o sistema EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA, EUA) (figura 4.3). Esse sistema de irrigação possui três componentes: uma *Master Delivery Tip* (MDT), uma macrocânula e uma microcânula. A MDT irriga a câmara pulpar e, simultaneamente, evacua esse mesmo irrigante, para não ocorrer extravasamento.

A macrocânula, fabricada em um plástico flexível de polipropileno, é utilizada para remover os detritos de maiores dimensões. Já a microcânula, fabricada em aço inoxidável com doze orifícios microscópicos, dispostos em quatro linhas de três orifícios, deve ser colocada até o comprimento de trabalho (CT) e remove os resíduos de menores dimensões, aspirando a solução irrigadora (Batista Borges *et al.*, 2017).

Estudos laboratoriais demonstraram que seu uso permite que o irrigante alcance melhor os canais laterais do que a irrigação por pressão positiva e alcance o comprimento de trabalho melhor do que a ativação ultrassônica e sônica. No entanto, Chen *et al.* (2014) relataram que a irrigação por pressão negativa está associada a valores muito baixos de tensão de cisalhamento das paredes, o que pode comprometer a eficácia da limpeza. Para Boutsjoukis *et al.* (2013), sua principal vantagem é o fato de ocorrer menos extrusão apical de irrigantes em comparação com a irrigação por agulha e seringa. Em casos rotineiros de tratamento endodôntico, pode não haver diferenças significativas entre as duas técnicas, porém, em casos que já ocorreram acidentes de extrusão inadvertida de NaOCl, pode se

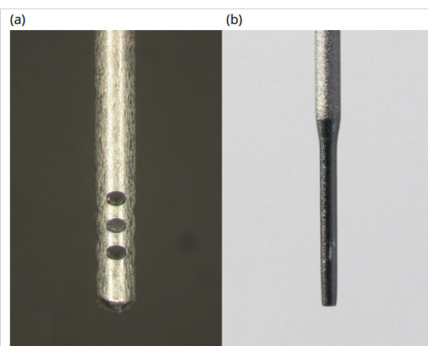
tornar relevante ao diminuir as chances de novos acidentes (Psimma; Boutsjoukis, 2013). Em relação à sua desvantagem, os sistemas de pressão negativa podem ser muito complexos, pois incluem vários componentes, tubos e conectores.

Figura 4.3: Irrigação por pressão negativa; componentes do sistema EndoVac (Kerr, Brea, CA, EUA).



Fonte: <https://www.dentalix.com/pt/sybronendo/endovac-microcanulas-25mm-1x5u-endodontia>. Adaptado.

Figura 4. 4: Cânulas utilizadas para irrigação por pressão negativa: (a) microcânula 30G fechada do sistema EndoVac (Kerr, Brea, CA, EUA); (b) cânula iNP aberta 28G (Mikuni Kogyo, Nagano, Japão).



Fonte: Camilleri; Josette. Endodontic materials in clinical practice. First edition. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2021.

4.4 Ativação Ultrassônica

A ativação ultrassônica é provavelmente o método adjunto mais amplamente utilizado e tem sido comparada com a irrigação por seringa em muitos estudos (Căpută *et al.*, 2019). Por muitos anos, esse método foi erroneamente descrito como “irrigação ultrassônica passiva”, pois se acreditava que as limas ultrassônicas poderiam vibrar no canal radicular sem fazer qualquer dano físico às paredes do canal radicular (Van der Sluis *et al.*, 2007). As pontas ultrassônicas atuam agitando o irrigante, circundando as paredes, em vez de um efeito físico direto, que seria inevitavelmente limitado ao canal radicular principal. Seu movimento oscilatório ocorre em torno de 30.000 Hz e gera fluxo acústico (Jiang *et al.*, 2010) que agita o irrigante no canal principal, transporta o irrigante para áreas remotas do sistema de canais radiculares e melhora a limpeza mecânica, aumentando a ten-

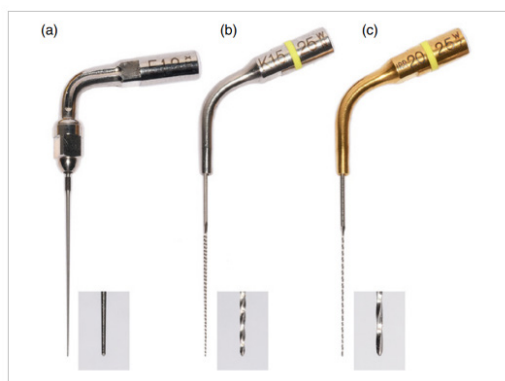
são de cisalhamento das paredes (Retsas; Boutsiouski, 2019). A pressão da irrigação que muda rapidamente também pode dar origem à cavitação acústica transitória, que pode ser útil devido às ondas de choque emitidas, à tensão de cisalhamento ainda maior aplicada à parede e ao aumento local de pressão e temperatura que pode produzir efeitos sonoquímicos (Macedo *et al.*, 2014). Durante a ativação, uma parte da energia cinética é convertida em calor, o que também pode acelerar reações químicas.

Uma variedade de limas ultrassônicas é utilizada para esse fim, mas as limas K, Irrisafe e E1- irrisonic parecem ser as mais populares (Cãmbutã *et al.*, 2019) (Figuras 4.5 e 4.6). As limas precisam ser inseridas dentro de 2–3 mm do comprimento de trabalho para que o fluxo alcance a porção apical do canal radicular. A ativação deve ocorrer somente após a finalização do preparo químico-mecânico e deve-se selecionar as limas ultrassônicas de pequeno calibre, condizentes com o diâmetro após o preparo. Dada a amplitude média de oscilação quando acionados nessa frequência ($\sim 50\text{--}80\ \mu\text{m}$), o tamanho mínimo do preparo apical pode ser estimado em 30–35, segundo Retsas e Boutsiouski, 2019. A potência máxima recomendada pelos fabricantes é de aproximadamente 30–50% para a ativação do irrigante.

A ativação ultrassônica intermitente por curtos períodos combinados com a renovação do irrigante por uma seringa e agulha parece ser mais amplamente utilizada do que a ativação ultrassônica contínua. O início repetido da oscilação aumenta a eficácia da limpeza e possivelmente também a remoção do biofilme em comparação à ativação ininterrupta pelo mesmo período, sendo que a frequente reposição de irrigante compensa seu consumo em reações químicas. Um protocolo popular para ativação intermitente é de três períodos de 20 segundos, embora protocolos ainda mais curtos estejam em uso (3 vezes em 10 segundos) (Cãmbutã *et al.*, 2019).

A eficácia da ativação ultrassônica parece ter sido superestimada nos primeiros estudos *in vitro* e *ex vivo* (Van der Sluis *et al.*, 2007), o que provavelmente contribuiu para sua adoção prematura por grande parte dos endodontistas. As evidências atuais indicam que ela é claramente mais eficaz do que a irrigação com seringa no que diz respeito ao desbridamento de extensões ovais não instrumentadas, istmos e canais laterais, mas informações muito limitadas estão disponíveis sobre seu efeito antimicrobiano nessas áreas e nenhum ensaio clínico encontrou ainda qualquer melhora no resultado do tratamento a longo prazo (Câmputâ *et al.*, 2029; Retsas; Boutsiouski, 2019).

Figura 4. 5: Pontas ultrassônicas comumente utilizadas para ativação do irrigante: (a) fio liso (Endo Soft Instrument (ESI), Electro Medical Systems, Nyon, Suíça); (b) K-file (Acteon Satelec, Merignac, França); (c) Ponta Irrisafe (Acteon Satelec, Merignac, França).



Fonte: Boutsioukis C, Arias-Moliz MT. Present status and future directions - irrigants and irrigation methods. *Int Endod J.* 2022 May;55 Suppl 3(Suppl 3):588-612.

Figura 4.6: Inseto liso ultrassônico E1 – Irrisonic (20.01) (Helse Ind. e Com. Ltda., Santa Rosa Viterbo, Brasil)



Fonte: <https://helse.com.br/products/e1-irrisonic>

4.5 Agitação Sônica

Considerada a terceira técnica mais popular após a irrigação por seringa e ativação ultrassônica, o sistema depende da oscilação transversal na ponta da lima para agitar a solução irrigadora dentro do canal radicular. A agitação sônica utiliza baixa energia com pontas dentro do canal para gerar o fluxo do irrigante. Diferentes empresas lançaram pontas e dispositivos com vários tamanhos e cones que utilizam esse mecanismo (Ince-Ysufogtu *et al.*, 2023).

A oscilação ocorre em frequências muito mais baixas, em média 160–190 Hz para o EndoActivator (Dentsply Sirona, Charlotte NC, EUA)⁵⁵ (Figura 4.7) e até 6000 Hz para o Eddy (VDW, Munique, Alemanha), de acordo Neuhaus *et al.*, 2026, (Figura 4.8). O movimento tridimensional que ocorre nos canais radiculares desencadeia a cavitação e o fluxo acústico, associado à alta eficiência de limpeza.

Atualmente, as pontas disponíveis para agitação sônica de irrigação são confeccionadas em plástico e têm uma variedade de tamanhos e cones. As pontas adequadas para o EndoActivator, um

dispositivo operado por bateria, possuem tamanho/conicidade de 15/02, 25/04 e 35/04 (pequeno, médio e grande), conforme Ruddle (2007). Já o Eddy, utilizado por uma peça de mão acionada por ar (Air Scaler), como descrito por Urban *et al.* em 2017, apresenta um tamanho/conicidade de 20/05 (VDW, 2023).

A agitação sônica é normalmente aplicada de forma intermitente e em períodos mais longos quando comparado à ativação ultrassônica. A irrigação inicial é realizada pelo sistema convencional (seringa e agulha). Utiliza-se o EndoActivator após a preparação químico-mecânica do canal radicular e, em seguida, se encaixa uma ponta livremente no canal radicular, 2 mm aquém do comprimento de trabalho, para reduzir o amortecimento de sua oscilação.

Durante a agitação, também é recomendável mover a ponta ao longo do canal, tentando reproduzir o efeito da agitação com uma ponta de guta-percha. Não há diretrizes específicas sobre a escolha da configuração de potência, embora a configuração mais alta seja normalmente usada para o desbridamento. A agitação deve ser continuada por 30 a 60 segundos, dependendo do irrigante (Ruddle, 2007).

Em relação ao Eddy, deve ser colocado dentro de 1–2 mm do comprimento de trabalho. Segundo o fabricante, o canal radicular deve ser preparado com um batente apical mínimo de 25/06 de conicidade antes de aplicar a agitação. Mas, uma vez que esse tamanho e conicidade tenham sido alcançados, o Eddy pode ser usado repetidamente após cada instrumento sucessivo, se o canal for ainda mais alargado, ou como parte de um protocolo de irrigação final.

O movimento da ponta para dentro e para fora do canal radicular durante a agitação também é recomendado. A agitação pode ser contínua por até 30 segundos, em uma frequência máxima de 6000 Hz.

Figura 4.7: EndoActivator (Dentsply Sirona, Charlotte, NC, USA), com as três pontas (pequeno, médio e grande).



Fonte: <https://www.dentsplysirona.com/en-ca/categories/endodontics/endoactivator.html>

Figura 4.8: Eddy (VDW, Munique, Alemanha).



Fonte: <https://www.trulydental.com/products/vdw-eddy>

4.6 Ativação Multissônica

A ativação multissônica é uma das técnicas de irrigação introduzidas mais recentemente. Foi descrita como um método de irri-

gação autônomo, que não requer nenhum preparo do canal radicular — ou mínimo — para que o irrigante limpe e desinfete todo o sistema de canais radiculares. A principal inovação dessa técnica é a produção de ondas acústicas com ampla faixa de frequências durante o colapso de bolhas de cavitação hidrodinâmica (Boutsiouski; Aria-Moliz, 2022). Recentemente, um novo dispositivo, o Sistema GentleWave (Sonendo, Inc, Laguna Hills, CA) (Figura 4.9), foi desenvolvido para limpar o sistema de canais radiculares de molares com instrumentação mínima, utilizando o sistema multissônico.

O sistema consiste em uma peça de mão e é ativado a partir de um console de computador. Durante o tratamento, a ponta da peça de mão é mantida dentro da câmara pulpar de um dente acessado, e uma forte nuvem de cavitação hidrodinâmica gera um amplo espectro de ondas sonoras dentro do fluido desgaseificado dentro do dente. A energia multissônica — energia gerada por múltiplos comprimentos de onda do som em uma ampla faixa de frequências — viaja através do fluido para todo o sistema de canais radiculares (Molina *et al.*, 2015). Ainda são necessários mais estudos comparativos com outros métodos de irrigação.

Figura 4.9: Sistema GentleWave (Sonendo, Inc, Laguna Hills, CA)



Fonte: <https://rootcanaldocs.com/technology/>

4.7 Ativação a *Laser*

A tecnologia a *laser* é um avanço que possibilita novas perspectivas de tratamento e é considerada uma importante aliada na terapêutica endodôntica, com capacidade de ação no sistema de canais radiculares, promovendo redução microbiana, remoção da *smear layer* e alteração da permeabilidade e morfologia da parede dentinária (Neuhaus *et al.*, 2016).

Recentemente, a irrigação ativada por *laser* baseada na ativação de irrigantes por *lasers* de infravermelho médio (2780 e 2940 nm) ganhou atenção crescente na endodontia. A radiação emitida pelo *laser* é fortemente absorvida por soluções à base d'água. O efeito da ativação do *laser* é obtido por cavitação, onde bolhas de vapor são formadas na ponta da fibra, que se expandem e depois colapsam. O colapso consecutivo das bolhas gera ondas de choque localizadas e leva a um movimento fluido distinto. Além disso, pulsos de *laser* subsequentes induzem bolhas de cavitação secundárias, que resultam em fluxo acústico da solução por todo o sistema de canais (Galler *et al.*, 2019).

A endodontia a *laser* convencional utiliza Nd:YAG, Nd:YAP (760-1400 nm), Er:YAG e Er:Cr (2940 nm ou 2790 nm) (Figura 4.10). Os dois últimos sistemas estão usando o modo de pulso e são altamente absorvidos na água. A irrigação ativada por *laser* (IAL) também usa Er: Cr e Er: YAG para fornecer energia *laser* dentro do canal radicular por uma extremidade ou ponta de disparo radial, colocada profundamente no terço apical do canal (Tashkandi, Alghandi, 2022). Um exemplo de ativação induzida por *laser* é o PIPS (fluxo fotoacústico induzido por fótons), realizado por um *laser* Er:YAG pulsado. O sistema emprega a ponta cônica especialmente modificada, permitindo a emissão lateral da luz do *laser*. A

ponta é colocada na câmara pulpar, perto do orifício do canal radicular, eliminando a necessidade de alargamento do canal radicular para um tamanho específico.

Ele usa energias de pulso baixas (10 mJ ou 20 mJ) com um comprimento de pulso curto (50 μ s), resultando em altas potências de pico e cavitação eficiente (Verstraeten *et al.*, 2017). Foi relatado que a irrigação ativada por *laser* é mais eficaz do que a irrigação baseada em seringa, mas também mais eficaz do que a ativação ultrassônica em relação à remoção de *smear layer* e detritos (Deleu *et al.*, 2017). O mais recente desenvolvimento em relação à irrigação ativada por *laser* em endodontia é o **SWEEPS** (Transmissão Fotoacústica de Emissão Aprimorada de Ondas de Choque), um modelo de *laser* Er: YAG desenvolvido para aumentar a eficácia de limpeza e desinfecção da técnica PIPS. Como resultado de dois pulsos de *laser* consecutivos entregues ao líquido de irrigação em um tempo ideal, as bolhas formadas pelo efeito do *laser* colapsam mais rapidamente, o que permite que a onda de choque fotoacústica atinja canais radiculares mais estreitos.

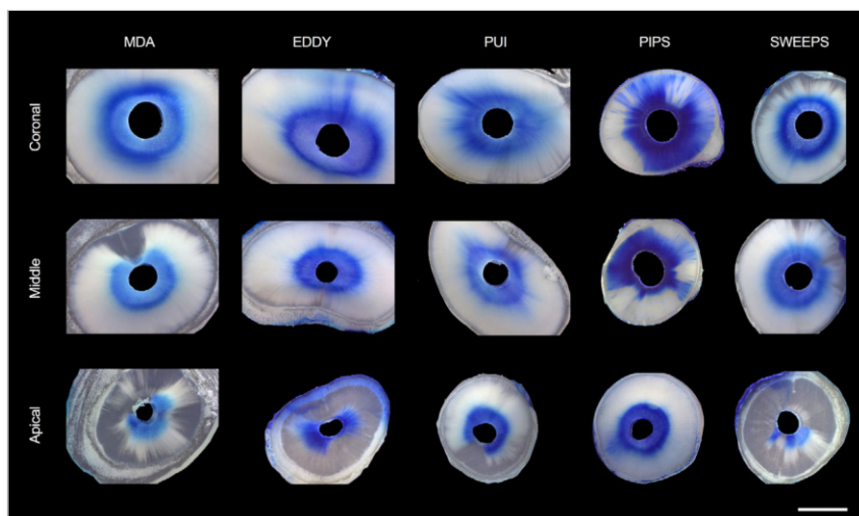
Figura 4.10: (a) *laser* Er:YAG (LightWalker ST-E; Fotona, Liubliana, Eslovênia).
(b) Peça de mão a *laser* usada com um *laser* Er:YAG (H14-N; Fotona). Fonte: Fotona, Ljubljana, Eslovênia.



Fonte: Camilleri, Josette. **Endodontic materials in clinical practice**. First edition. Hoboken, NJ : Wiley-Blackwell, 2021.

Em um estudo recente, Galler *et al.*, 2019, comparam diversos métodos de irrigação. Os autores concluíram que a irrigação completa de canais retos e amplos em dentes extraídos com geometrias de canais radiculares simples permitiu a penetração nos terços coronais e médios, mas enfrentou limitações nas áreas apicais. A ativação de irrigantes aumentou a profundidade de penetração apical, onde PIPS foi associado a segmentos de penetração mais profunda, seguido por Eddy e PUI. O SWEEPS, por outro lado, não apresentou benefícios em comparação mesmo com a ativação dinâmica manual (Figura 4.11).

Figura 4.11: Imagens representativas da penetração do azul de metileno na dentina do canal radicular após diferentes métodos de ativação nas seções coronal, média e apical. Escala: 1000 micrômetros. (I) Ativação dinâmica manual (MDA): irrigação por agulha com movimento manual para cima e para baixo da agulha dentro do canal (NaviTip 30 ga, Ultradent, Colônia, Alemanha); (II) **Irrigação ultrassônica passiva**: IRRI K 25/25 (VDW GmbH, Munique, Alemanha e o dispositivo ultrassônico anexo (VDW.ULTRA, VDW) a 25% de intensidade; (III) **Eddy (ativação sônica)**: Eddy (ponta de poliamida, VDW); (IV) **PIPS** (Transmissão fotoacústica induzida por fótons): 20 mJ, 15 Hz, 0,30 W, modo SSP, ar/água desligados (FOTONA, Ljubljana, Eslovênia); (V) **SWEEPS** (transmissão fotoacústica de emissão aprimorada por ondas de choque) 20 mJ, 15 Hz, 0,30 W, modo SWEEPS, ar/água desligado (FOTONA).



Fonte: GALLER, K. M. *et al.* Penetration depth of irrigants into root dentine after sonic, ultrasonic and photoacoustic activation. **International Endodontic Journal**, v. 52, n. 8, p. 1210-1217, 2019.

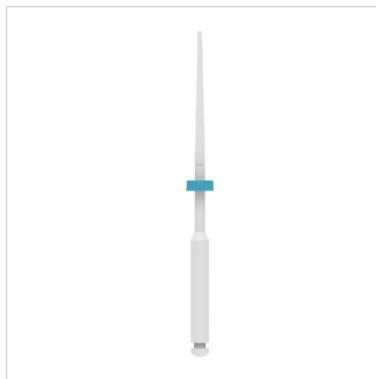
Portanto, os protocolos de irradiação usados na ativação a *laser* devem ser interpretados com cuidado especial em relação ao aumento térmico dentro do sistema de canais radiculares e nos tecidos circundantes. Então, sugere-se que pesquisas mais aprofundadas sejam realizadas com o intuito de alcançar os resultados ideais. Contudo, Er: YAG, LAI e PIPS são promissores na desinfecção do canal, detritos e remoção da *smear layer*.

4.8 Ativação Mecânica por Instrumentos Rotatórios Easy Clean

Esse tipo de ativação da solução irrigadora endodôntica é uma técnica relativamente simples e de baixo custo. É realizada através do instrumento Easy Clean® (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte), acoplado em contra-ângulo odontológico. O fabricante recomenda que seja utilizado aquém do comprimento de trabalho e com rotação contínua entre 10000 e 15000 rpm.

Duque *et al* (2017) demonstraram que o Easy Clean foi altamente efetivo na remoção de detritos dos canais radiculares e istmos. Achados esses que foram corroborados por Silva *et al* (2021) que observaram que este instrumento removeu mais detritos quando comparado a outros sistemas de agitação. Esse resultado pode ser explicado pela diferença na velocidade de rotação que produz turbulência da solução irrigadora, favorecendo a remoção dos detritos do istmo.

Figura 4.12: Easy Clean (Easy Equipamentos Odontológicos, BH)



Fonte: <https://easyequipamentos.com.br/loja/acessorios/easy-clean/>



<https://qrfacil.me/QnkVIRAh>

REFERÊNCIAS

ABOU-RASS, M.; PICCININO, M. V. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology**, v. 54, p. 323-328, 1982.

ALI, A. *et al.* Current Trends in Root Canal Irrigation. **Cureus**, v. 14,

n. 5, e24833, 2022. DOI: 10.7759/cureus.24833. PMID: 35698671; PMCID: PMC9184175.

BATISTA BORGES, M. M. *et al.* Uso do Endoactivator no tratamento endodôntico. **Use of the Endoactivator in Endodontic Treatment**, v. 36, n. 1, p. 123-140, 2017.

BHUVA, B. *et al.* The effectiveness of passive ultrasonic irrigation on intraradicular *Enterococcus faecalis* biofilms in extracted single-rooted human teeth. **International Endodontic Journal**, v. 43, p. 241-250, 2010.

BOUTSIOUKIS, C. *et al.* Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady Computational Fluid Dynamics model. **Journal of Endodontics**, v. 36, p. 875-879, 2010.
BOUTSIOUKIS, C.; ARIAS-MOLIZ, M. T. Present status and future directions - irrigants and irrigation methods. **International Endodontic Journal**, v. 55, Suppl 3, p. 588-612, 2022. DOI: 10.1111/iej.13739. Epub 2022 Apr 6. PMID: 35338652; PMCID: PMC9321999.

BOUTSIOUKIS, C.; PSIMMA, Z.; VAN DER SLUIS, L. W. Factors affecting irrigant extrusion during root canal irrigation: a systematic review. **International Endodontic Journal**, v. 46, p. 599-618, 2013.

BOUTSIOUKIS, C.; VAN DER SLUIS, L. W. M. Syringe Irrigation: Blending Endodontics and Fluid Dynamics. In: BASRANI, B. (Ed.). **Endodontic Irrigation**. Cham: Springer, 2015.

CAI, C. *et al.* Advances in the Role of Sodium Hypochlorite Irrigant in Chemical Preparation of Root Canal Treatment. **Biomed Re-**

search **International**, 2023. DOI: 10.1155/2023/8858283. PMID: 36685672; PMCID: PMC9859704.

CAMILLERI, J. **Endodontic Materials in Clinical Practice**. 1. ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2021.

CHEN, J. E. *et al.* Irrigation dynamics associated with positive pressure, apical negative pressure and passive ultrasonic irrigations: a computational fluid dynamics analysis. **Australian Endodontic Journal**, v. 40, p. 54-60, 2014.

CHOW, T. W. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. **Journal of Endodontics**, v. 9, p. 475-479, 1983.

CĂPUTĂ, P. E. *et al.* Ultrasonic Irrigant Activation during Root Canal Treatment: A Systematic Review. **Journal of Endodontics**, v. 45, n. 1, p. 31-44, 2019.

DELEU, E.; MEIRE, M. A.; DE MOOR, R. J. Efficacy of *laser*-based irrigant activation methods in removing debris from simulated root canal irregularities. **Lasers in Medical Science**, v. 30, p. 831-835, 2015.

DOTTO, L. *et al.* Effect of Root Canal Irrigants on the Mechanical Properties of Endodontically Treated Teeth: A Scoping Review. **Journal of Endodontics**, v. 46, n. 5, p. 596-604, 2020. DOI: 10.1016/j.joen.2020.01.017. Epub 2020 Mar 5. PMID: 32147184.

Duque, J. A., Duarte, M. A. H., Canali, L. C. F., Zancan, R. F., Vivan, R. R., Bernardes, R. A., & Bramante, C. M. (2017). Comparative effectiveness of new mechanical irrigant agitating devices for

debris removal from the canal and isthmus of mesial roots of mandibular molars. *Journal of endodontics*, 43(2), 326- 331.

DUTNER, J.; MINES, P.; ANDERSON, A. Irrigation trends among American Association of Endodontists members: a web-based survey. *Journal of Endodontics*, v. 38, p. 37-40, 2012.

FERREIRA, G. C. **Avaliação da integração química do hipoclorito de cálcio associado ao EDTA e à clorexidina: Estudo preliminar.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

GALLER, K. M. *et al.* Penetration depth of irrigants into root dentine after sonic, ultrasonic and photoacoustic activation. *International Endodontic Journal*, v. 52, n. 8, p. 1210-1217, 2019.

GIARDINO, L. *et al.* Antimicrobial effectiveness of etidronate powder (Dual Rinse® HEDP) and two EDTA preparations against *Enterococcus faecalis*: a preliminary laboratory study. *Odontology*, v. 108, n. 3, p. 396-405, 2020. DOI: 10.1007/s10266-020-00499-8. Epub 2020 Feb 28. PMID: 32112364.

GU, L. S. *et al.* Primum non nocere - The effects of sodium hypochlorite on dentin as used in endodontics. *Acta Biomaterialia*, v. 61, p. 144-156, 2017.

GUASTALLI, A. R.; CLARKSON, R. M.; ROSSI-FEDELE, G. The Effect of Surfactants on the Stability of Sodium Hypochlorite Preparations. *Journal of Endodontics*, v. 41, n. 8, p. 1344-1348, 2015.

GULABIVALA, K. *et al.* Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. **Endodontic Topics**, v. 10, p. 103-122, 2005. DOI: 10.1111/j.1601-1546.2005.00133.x.

HOWARD, R. K. *et al.* Comparison of debris removal with three different irrigation techniques. **Journal of Endodontics**, v. 37, p. 1301-1305, 2011.

INCE-YUSUFOĞLU, S. *et al.* Effect of Eddy and manual dynamic activation techniques on postoperative pain in non-surgical retreatment: a randomized controlled trial. **BMC Oral Health**, v. 23, n. 1, p. 3, 2023.

JIANG, L. M. *et al.* Evaluation of a sonic device *designed* to activate irrigant in the root canal. **Journal of Endodontics**, v. 36, p. 143-146, 2010.

KONTOGIANNIS, T. G. *et al.* Removal ability of MTA-, bioceramic-, and resin-based sealers from obturated root canals, following XP-Endo Finisher R File: an *ex vivo* study. **Saudi Endodontic Journal**, v. 9, p. 8-13, 2019.

LANTIGUA DOMÍNGUEZ, M. C. *et al.* Effects of Different Irrigation Solutions on Root Fracture Resistance: An *in vitro* Study. **Iranian Endodontic Journal**, v. 13, n. 3, p. 367-372, 2018. DOI: 10.22037/iej.v13i3.19247. PMID: 30083208.

LIANG, Y. H. *et al.* Radiographic healing after a root canal treatment performed in single-rooted teeth with and without ultrasonic activation of the irrigant: a randomized controlled trial. **Journal of Endodontics**, v. 39, p. 1218-1225, 2013.

LIMA NOGUEIRA, B. M. *et al.* Effects of Different Irrigation Solutions on Fracture Resistance of Root-Filled Canals. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 9, p. 1499-1502, 2017.

MACEDO, R. G. *et al.* Fluid motion characterization in root canals: A preliminary experimental study using particle image velocimetry. **International Endodontic Journal**, v. 47, p. 514-526, 2014.

MARIN, L. *et al.* New perspectives in root canal irrigation: no longer a status quo. **Journal of Clinical Medicine**, v. 13, n. 3, p. 472, 2023.

MARSHALL, J. G. Considerations for the use of ultrasonic irrigation. **Journal of Endodontics**, v. 46, p. 54-64, 2020.

NEELAKANTAN, P.; SUBBARAO, C. V.; SUBBARAO, C. H. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite, MTAD, and Tetraclean against *Enterococcus faecalis* biofilm. **Journal of Endodontics**, v. 33, p. 994-997, 2007.

PALMER, M. J. *et al.* A novel technique for the removal of biofilm from primary dentition root canals. **Journal of Endodontics**, v. 46, p. 665-670, 2020.

PETROVIC, R. *et al.* Factors Influencing Irrigant Penetration into Lateral Root Canals: a Review. **European Endodontic Journal**, v. 5, p. 1-7, 2020.

PITT FORD, T. R. *et al.* Use of biocompatible materials in endodontics. **International Endodontic Journal**, v. 35, p. 261-272, 2002.

RÖDIG, T. *et al.* Efficacy of different irrigants and agitation techniques on debris and *smear layer* removal in curved root canals: A scanning electron microscopy study. **Journal of Endodontics**, v. 36, p. 1983-1987, 2010.

SAFAVI, K. E. *et al.* Influence of irrigant on the adaptation of Resilon/Epiphany obturation material to dentin. **Journal of Endodontics**, v. 33, p. 297-300, 2007.

SALZGE, H. L. *et al.* Microbial Reduction of Root Canals with Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine Irrigants. **Journal of Endodontics**, v. 42, n. 9, p. 1451-1454, 2016.

SILVA, D.S. *et al.* The effectiveness of passive ultrasonic irrigation and the easy-clean instrument for removing remnants of filling material. *J Conserv Dent.*, v.24, n.1, p.57-62, 2021

SILVA, P. G. *et al.* Effectiveness of Different Activation Techniques for Removing Intracanal Calcium Hydroxide Medications: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of Endodontics**, v. 47, n. 11, p. 1752-1761, 2021. DOI: 10.1016/j.joen.2021.07.012. Epub 2021 Aug 20. PMID: 34420861.

SILVA, P. G. *et al.* Intracanal medication with calcium hydroxide in primary teeth with necrotic pulp: A systematic review and meta-analysis. **International Journal of Paediatric Dentistry**, v. 31, p. 12-27, 2021.

SOUSA, G. M. de *et al.* Micro-CT evaluation of the cleaning efficacy of different protocols for root canal preparation and filling material re-

moval. **Australian Endodontic Journal**, v. 47, n. 3, p. 343-351, 2021. DOI: 10.1111/aej.12466. Epub 2021 Mar 5. PMID: 33666639.

SOUZA, M. A. *et al.* Influence of ultrasonic and sonic activation of irrigants on dentinal bond strength of AH Plus sealer. **Brazilian Oral Research**, v. 31, n. 1, e100, 2017. DOI: 10.1590/1807-3107bor-2017.vol31.0100. PMID: 29236970.

VAN DER SLUIS, L. W.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. A comparison between a smooth wire and a K-file in removing artificially placed dentine debris from root canals in resin blocks during ultrasonic irrigation. **International Endodontic Journal**, v. 38, p. 593-596, 2005.

VAN DER SLUIS, L. W.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. The evaluation of removal of artificially placed dentine debris by ultrasonic irrigation from simulated root canal irregularities. **International Endodontic Journal**, v. 40, p. 167-173, 2007.

VAN DER SLUIS, L. W.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. The evaluation of the efficacy of removal of artificially placed dentine debris from root canal wall by different irrigation methodologies. **International Endodontic Journal**, v. 40, p. 52-57, 2007.

WEBER, C. D. *et al.* Do different root canal irrigation protocols influence the removal of calcium hydroxide and apical extrusion of debris? A micro-CT study. **Journal of Applied Oral Science**, v. 28, e20200162, 2020. DOI: 10.1590/1678-7757-2020-0162. PMID: 32844879; PMCID: PMC7443257.

ZEHNDER, M. Root canal irrigants. **Journal of Endodontics**, v. 32, p. 389-398, 2006.

ZHANG, C. *et al.* New irrigant activation techniques to improve root canal disinfection. **Biomaterials**, v. 33, p. 144-152, 2012.

ZHANG, S. *et al.* Efficacy of two different ultrasonic irrigation devices in eliminating bacteria and endotoxin from root canals. **Journal of Endodontics**, v. 36, p. 1848-1851, 2010.