

Protocolos de irrigação final em endodontia: Uma revisão narrativa

Final irrigation protocols in endodontics: A narrative review

Protocolos de irrigación final en endodoncia: Una revisión narrativa

Recebido: 07/05/2025 | Revisado: 17/05/2025 | Aceitado: 19/05/2025 | Publicado: 22/05/2025

Felipe Vargas Canton¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9021-7935>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: felipecantopro@gmail.com

Gustavo Lúcio do Nascimento de Souza¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6792-7028>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: gustavolucio@net-rosas.com.br

Pâmela Gracielle da Fonseca²

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2593-2299>

Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil

E-mail: pamelafonsecanutri@gmail.com

Jader Camilo Pinto³

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2023-1589>

Centro Universitário Presidente Tancredo de Almeida Neves, Brasil

Centro Universitário de Lavras, Brasil

E-mail: jaderqwert@yahoo.com.br

Resumo

Este estudo consiste em uma revisão narrativa de literatura com o objetivo de analisar os diferentes protocolos de irrigação final utilizados na endodontia contemporânea, destacando suas características, vantagens e limitações. Trata-se de uma revisão qualitativa, retrospectiva e descritiva, realizada por meio de buscas nas bases de dados PubMed, LILACS e SciELO, com artigos publicados em português e inglês. Foram identificadas e comparadas sete técnicas de irrigação: Irrigação Convencional (IC), Ativação Dinâmica Manual (MDA), Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI), Irrigação Ultrassônica Contínua (CUI), Ativação EasyClean (ECA), XP Endo Finisher e Irrigação Sônica. Observou-se que a IC apresenta limitações na remoção da smear layer e na desinfecção completa dos canais. A MDA, embora eficiente, pode promover a impregnação de debris. As técnicas ultrassônicas mostraram maior eficácia na remoção de detritos, porém com potencial risco de danos aos tecidos. A irrigação sônica e a ativação EasyClean destacaram-se pela eficiência e menor risco aos tecidos periapicais. Conclui-se que ECA e XP Endo Finisher são alternativas promissoras, sendo a escolha da técnica dependente da individualidade clínica. A constante atualização sobre os protocolos de irrigação, embasada em evidências, é essencial para o avanço da endodontia e a segurança do paciente.

Palavras-chave: Irrigantes do Canal Radicular; Irrigação Terapêutica; Endodontia.

Abstract

This study is a narrative literature review aimed at analyzing the various final irrigation protocols currently used in endodontics, highlighting their characteristics, advantages, and limitations. It is a qualitative, retrospective, and descriptive review based on searches conducted in the PubMed, LILACS, and SciELO databases, including publications in Portuguese and English. Seven irrigation techniques were identified and compared: Conventional Irrigation (CI), Manual Dynamic Activation (MDA), Passive Ultrasonic Irrigation (PUI), Continuous Ultrasonic Irrigation (CUI), EasyClean Activation (ECA), XP Endo Finisher, and Sonic Irrigation. CI showed limitations in smear layer removal and complete canal disinfection. Although effective, MDA may lead to debris compaction. Ultrasonic techniques demonstrated high efficacy in debris removal but may pose a risk of tissue damage. Sonic irrigation and EasyClean activation emerged as promising alternatives, with effective biofilm removal and lower risk to periapical tissues. The study concludes that ECA and XP Endo Finisher are promising techniques. Technique selection should be case-specific. Periodic reviews and clinical studies are essential to keep up with advancements and ensure optimal patient care. Collaboration among researchers, clinicians, and manufacturers is crucial for the continuous development of endodontics.

Keywords: Root Canal Irrigants; Therapeutic Irrigation; Endodontics.

¹ Departamento de Odontologia da Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC), Barbacena, Minas Gerais, Brasil.

² Departamento de Nutrição, Pós-Graduação em Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

³ Departamento de Odontologia, Centro Universitário Presidente Tancredo de Almeida Neves, UNIPTAN, São João Del Rei, Minas Gerais, Brasil;
Departamento de Odontologia, Centro Universitário de Lavras, UNILAVRAS, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

Resumen

Este estudio es una revisión narrativa de la literatura cuyo objetivo es analizar los diferentes protocolos de irrigación final utilizados actualmente en endodoncia, destacando sus características, ventajas y limitaciones. Se trata de una revisión cualitativa, retrospectiva y descriptiva, realizada mediante búsquedas en las bases de datos PubMed, LILACS y SciELO, con artículos publicados en portugués e inglés. Se identificaron y compararon siete técnicas de irrigación: Irrigación Convencional (IC), Activación Dinámica Manual (MDA), Irrigación Ultrasónica Pasiva (PUI), Irrigación Ultrasónica Continua (CUI), Activación EasyClean (ECA), XP Endo Finisher e Irrigación Sónica. La IC presentó limitaciones en la eliminación de la capa de frotis y en la desinfección completa de los conductos. La MDA, aunque eficaz, puede provocar compactación de residuos. Las técnicas ultrasónicas mostraron gran eficacia, pero con riesgo potencial de dañar los tejidos. La irrigación sónica y la activación EasyClean se destacaron por su eficiencia y menor riesgo para los tejidos periapicales. Se concluye que ECA y XP Endo Finisher son alternativas prometedoras, siendo la elección técnica dependiente del caso clínico. La actualización constante mediante estudios clínicos es esencial para el avance de la endodoncia y la seguridad del paciente. La colaboración entre investigadores, clínicos y fabricantes es fundamental para su evolución continua.

Palabras clave: Irrigantes del Canal Radicular; Irrigación Terapéutica; Endodoncia.

1. Introdução

A fundamentação de um tratamento endodôntico é manter a saúde dental dos pacientes, permitindo a eliminação bacteriana em casos de polpa necrosada e evitar contaminação bacteriana em casos de polpa vital. Para isso, são necessárias diversas técnicas de instrumentação e de irrigação, bem como, o aprimoramento delas para ocasionar o resultado esperado (Baldasso et al., 2017)

Uma das abordagens principais de um tratamento de sucesso é a cautela quanto aos protocolos de desinfecção do sistema de canais radiculares, com a finalidade de obter um ambiente inóspito a contaminações e aumentando assim a probabilidade de regeneração tecidual (Hargreaves et al., 2008)

É importante ressaltar que a ação mecânica dos instrumentos endodônticos por si só não é capaz de eliminar as bactérias e debris das superfícies do canal radicular. Para tal, são utilizados protocolos de irrigação por meio de soluções irrigantes, que são cruciais para um bom prognóstico em endodontia. Estas soluções promovem a desinfecção através da eliminação de biofilmes, tecido pulpar remanescente, debris dentários e endotoxinas presentes, principalmente em áreas consideradas mais complexas, tais como curvaturas, canais laterais, dentre outros. Ademais, devem possuir a capacidade de dissolução de conteúdos tóxico-sépticos, com o desígnio de melhorar a proliferação, diferenciação e fixação de células-tronco no ambiente radicular (Mohammadi et al., 2015; Galler et al., 2016; Lin et al., 2014; Hristov et al., 2018)

As soluções irrigantes devem apresentar determinados requisitos para que possam ter uma maior eficiência em sua ação, entretanto, é importante ressaltar que, nenhuma delas de forma unitária consegue exprimir todas as exigências de maneira concomitante e por isso, recomenda-se a utilização destas de maneira combinada durante os procedimentos, visto que, cada tipo de solução age de uma forma e, em associação podem ser mais efetivos. São requisitos para uma boa solução irrigante os seguintes aspectos: Baixa tensão superficial, baixa viscosidade, atividade de dissolução tecidual, atividade antimicrobiana, atividade quelante, atividade lubrificante e suspensão de detritos. Dentre as soluções irrigadoras mais mencionadas estão o hipoclorito de sódio (NaClO), ácido etilenodiamino tetra-acético (do inglês Ethylenediamine tetraacetic acid - EDTA) e a Clorhexidina (CX) (Chubb, 2019; Divia et al., 2018)

O método de irrigação mais utilizado ainda é o convencional (IC), com seringa e agulha através de uma cânula de aspiração. Entretanto, tal método possui muitas limitações quanto a desinfecção do sistema de canais radiculares, uma vez que, o fluxo da solução irrigante é consideravelmente baixo (Duque et al., 2017) Além da IC, existe a Ativação Dinâmica Manual (MDA), que basicamente é feita através da agitação da solução irrigadora com um cone de guta-percha (GP)(Jiang et al., 2012) e é uma opção que é capaz de remover a Smear Layer, nomenclatura utilizada para descrever os microfragmentos ou microdetritos deixados sobre a dentina durante os procedimentos realizados. Ao comparar os métodos de IC e MDA, a segunda opção é mais efetiva para a remoção da Smear layer (Khaord et al., 2015)

Há ainda que se mencionar que existem métodos de irrigação convencionais, tais como a IC e a MDA supracitados e, também por meio de dispositivos mecanizados, sendo a segunda opção mais moderna e consideravelmente eficiente. Acerca dos dispositivos mecanizados cabe ressaltar a irrigação sônica e ultrassônica, EasyClean e XP Endo Finisher (Moreira et al., 2019) e, que a efetividade deles vem sendo cada vez mais destrinchada em pesquisas recentes.

A não utilização adequada das técnicas de irrigação representa um risco substancial para a eficácia e sucesso do tratamento endodôntico, conforme descrito nos trechos acima. A ausência ou aplicação inadequada destes procedimentos considerados essenciais, pode resultar na persistência de microrganismos patogênicos nos canais radiculares, levando a infecções recorrentes. Além disso, o acúmulo de debris e resíduos orgânicos no sistema radicular pode dificultar uma desinfecção completa, gerando maior risco de intercorrências aos pacientes (Baldasso et al., 2017; Hargreaves et al., 2008; Mohammadi Z & Asgary S, 2015; Galler et al., 2016; Lin et al., 2014; Hristov et al., 2018)

Assim, é essencial que haja uma escolha consciente da técnica de irrigação para o sucesso do tratamento endodôntico, sendo elucidado que, as abordagens convencionais demonstraram eficácia ao longo dos anos, entretanto, avanços tecnológicos recentes introduziram métodos inovadores, como a irrigação ultrassônica que também vem sendo utilizada no cotidiano atual. Este estudo visa preencher uma lacuna no conhecimento, proporcionando subsídios para profissionais tomarem decisões embasadas, melhorando práticas clínicas e contribuindo para a evolução contínua da Endodontia (Baldasso et al., 2017; Hargreaves et al., 2008; Mohammadi Z & Asgary S, 2015; Galler et al., 2016; Lin et al. 2014; Hristov et al., 2018)

Este estudo consiste em uma revisão narrativa de literatura com o objetivo de analisar os diferentes protocolos de irrigação final utilizados na endodontia contemporânea, destacando suas características, vantagens e limitações.

2. Metodologia

A presente revisão é caracterizada como narrativa (Casarim et al., 2020; Rother, 2007) por abordar publicações amplas sem utilizar critérios rígidos de elegibilidade e exclusão de artigos. É um estudo qualitativo, retrospectivo e descritivo (Gil, 2017; Pereira et al., 2018), no qual o intuito principal foi correlacionar os protocolos de irrigação através de suas técnicas convencionais e modernas.

Foram realizadas estratégias de busca nas bases de dados Pubmed, Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (Lilacs) e Scientific Electronic Library Online (SciELO), em língua portuguesa e inglesa. Ao analisar os artigos nas bases de dados, foi realizada seleção dos estudos com base nos títulos e resumos e, após este levantamento, foram incluídos aqueles que abordavam a temática escolhida. Além disso, as referências contidas em artigos selecionados para compor esta revisão, as quais não estavam catalogadas nas bases de dados supracitadas, também foram incluídas. Além dos artigos inclusos, outros foram utilizados para complementar e elucidar o conhecimento acerca do tema, bem como, contribuir para a elaboração da introdução e desenvolvimento do texto.

Palavras-chave foram selecionadas através dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), abrangendo os temas a serem abordados nesta revisão, sendo estas: “*canal irrigant*”; “*therapeutic irrigation*”; “*endodontic*”; “*sodium hypochlorite*”; “*EDTA*”; “*ultrasonic*”. Para a realização da busca, tais descritores foram utilizados em português e em inglês.

3. Resultados e Discussão

Para o desenvolvimento deste trabalho, após a leitura e análise do corpo do texto, foram incluídos 29 artigos que elucidam as comparações entre as técnicas de irrigação, compondo assim este estudo.

A revisão narrativa da literatura no contexto da temática teve como finalidade, demonstrar as técnicas de irrigação mais utilizadas, tanto convencionais quanto as desenvolvidas recentemente, a fim de elucidar as diferenças entre elas, bem como, suas vantagens diante do cenário da endodontia.

Após o levantamento dos dados através das bases de dados, apuramos e determinamos que abordaríamos sete técnicas de irrigação final com descrição detalhada, sendo estas: Irrigação Convencional (IC); Ativação Dinâmica Manual (MDA); Irrigação Ultrassônica – Irrigação Ultrassônica passiva (PUI), Irrigação Ultrassônica Contínua (CUI), Ativação EasyClean (ECA), XP Endo Finisher e Irrigação Sônica.

3.1 Irrigação Convencional (IC)

A Irrigação Convencional (IC) é feita através de agulhas e cânulas flexíveis, com soluções irrigantes passivamente dispensadas e de forma lenta através destas. Este método é o mais comumente utilizado no tratamento endodôntico, consistindo em movimentos concisos de forma vertical (para cima e para baixo) para que a ponta da agulha e a solução entrem em contato com toda a cavidade pulpar (Dutner, 2012)

Há uma vasta variabilidade no mercado atual acerca do comprimento das agulhas, bem como o diâmetro e o formato da saída na ponta. Ante a esta afirmativa, é importante elucidar que, quanto maior for o diâmetro da ponta do preparo apical do canal e menor for o diâmetro da agulha, mais simples será a entrada das soluções, especialmente em canais que possuam curvaturas (Boutsikou, 2010; Boutsikou, 2010).

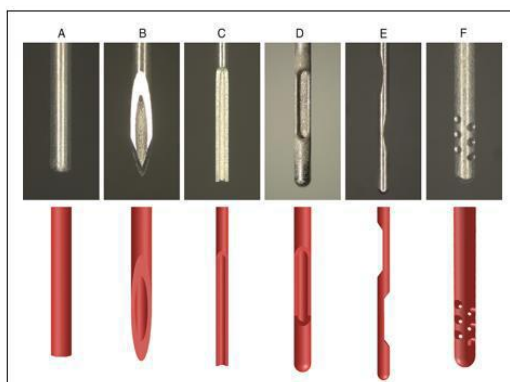
As seringas Luer Lock foram vastamente utilizadas, entretanto, vem sendo sucedidas por outras com especificidades próprias para o tratamento endodôntico. Para demonstrar os tipos de agulhas existentes atualmente, Boutsikou (2010) exemplificou em seu artigo uma foto contendo 06 tipos de agulhas, com final aberto (A-C) e com final fechado, conforme segue abaixo na Figura 1 e sua legenda obtida através da tradução do artigo original (Boutsikou, 2010).

A IC é realizada a partir da utilização de 3 mililitros (ml) de solução de ácido etilenodiaminotetracético (em inglês - *ethylenediaminetetraacetic acid*) e, normalmente observado pela nomenclatura EDTA, em uma concentração de 17% sob agitação, respectivamente seguida de uma irrigação de 3ml de solução de hipoclorito de sódio a 1%. O EDTA possui a capacidade de remover a camada mineral da *smear layer*, enquanto o hipoclorito auxilia na quebra do seu componente orgânico (Teixeira, 2005)

Apesar de ainda ser muito utilizada, essa técnica apresenta algumas desvantagens, tais como, a baixa perfusão da solução, a desinfecção incompleta do terço apical devido à complexidade dos sistemas de canais radiculares, não permitindo que todas as áreas sejam completamente desinfetadas após a irrigação e, pode haver risco de extravasamento da solução (Uzunoglu, 2015).

Por não promover a desinfecção total, em determinados tratamentos endodônticos em que há a necessidade de acessar áreas difíceis, como canais laterais e istmos, podem continuar resquícios de dentina, tecidos necróticos e bacterianos pós-preparo e irrigação final. E, não menos importante, esta técnica não tem a capacidade de remover completamente a *Smear Layer* das paredes do canal radicular assim com previamente mencionado na introdução desta revisão (Andrabi, 2014; Paragliola, 2010; Leoni, 2017).

Figura 1 – Agulhas utilizadas para a IC. A, B e C - Agulhas abertas. D a F - Agulhas fechadas nas extremidades.



Fonte: Boutsoukakis (2010).

3.2 Ativação dinâmica manual (MDA)

A Ativação Dinâmica Manual (MDA) basicamente versa a agitação da solução irrigante com um cone de guta-percha (GP). O cone deve ser colocado no canal radicular previamente preparado e instrumentado. Essa técnica consiste em uma alternativa com custo x benefício em relação a ativação da solução irrigante com o propósito de melhoria na eficácia da desinfecção dos canais radiculares (Khaord, 2015)

Os cones GP usados para ativar o irrigante devem ter o mesmo diâmetro que o último instrumento utilizado para preparar a porção apical do canal. Eles devem ser esterilizados e descartados após o uso. O método de ativação MDA é uma escolha vantajosa devido ao seu custo-benefício, já que não requer nenhum equipamento adicional para ser utilizado (Khaord, 2015)

Para a aplicação da técnica MDA é necessário escolher um cone de guta-percha que esteja ajustado as paredes dos canais radiculares no comprimento de trabalho específico. Posteriormente a encher o canal com a solução de irrigação escolhida, o cone é inserido e movimentos suaves de vai-e-vem são realizados verticalmente. Essa ação tem o objetivo de promover o movimento hidrodinâmico do líquido de irrigação, conforme explicado por Desai e Himel (2009) Essa movimentação intensifica a ação do líquido na remoção da camada superficial de detritos e na obtenção de uma desinfecção mais eficaz, como observado por Ahuja (2014) e por Chubb (2019)

Ao comparar a MDA com demais técnicas de irrigação, a mesma se apresentou mais eficiente do que a IC em remover a smear layer da região apical dos canais radiculares (Khaord, 2015) Apesar de apresentar essa maior contribuição no tratamento endodôntico, ainda assim, há desvantagem nessa técnica de irrigação, sendo em resumo, que a movimentação do cone de guta-percha dentro das paredes do canal, pode gerar uma impregnação de resíduos de dentina. Devido ao atrito repetidas vezes, tais resíduos podem aderir novamente ao canal gerando uma nova *smear layer* (Susin, 2010)

3.3 Irrigação ultrassônica (UI)

Em meados da década de 60, Richman foi o pioneiro na utilização de métodos ultrassônicos na Endodontia, com a finalidade de obter melhorias significativas nos resultados dos tratamentos endodônticos. As frequências de trabalho do aparelho de ultrassom podem variar de 20 a 200 KHz (Lago, 2023)

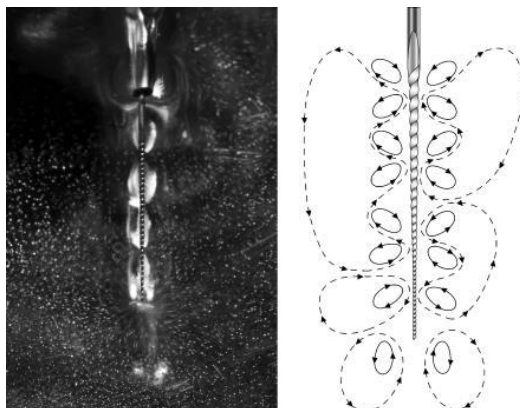
O uso do ultrassom na endodontia objetiva a melhoria na desinfecção e limpeza dos canais radiculares através da etapa de irrigação. A técnica UI promove a ativação da solução irrigante através dos mecanismos de transmissão de energia acústica e da cavitação, que atuando em consonância, aumentam a eficácia de limpeza das soluções (Van Der Sluis, 2007). Nas linhas seguintes, a Figura 2 apresenta o fluxo acústico em torno da lima.

Uma das principais evoluções que ocorreram em relação ao uso da irrigação ultrassônica foi a criação de diversas

ponteiras, em formatos, diâmetros, conicidades, ângulos e tamanhos diferentes, viabilizando maior adaptação, para inúmeras necessidades (Lago, 2023).

Relativo ao termo da técnica de irrigação ultrassônica, podemos ainda o destrinchar em Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI) e a chamada Irrigação Ultrassônica Contínua (CUI) (Castelo-Baz, 2012).

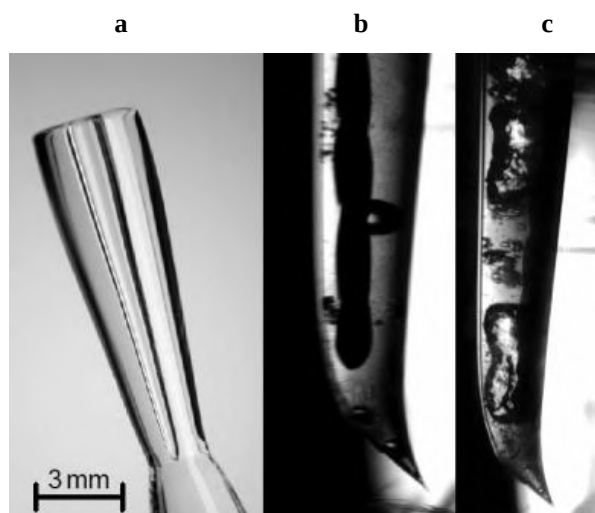
Figura 2 - Fluxo acústico em torno de uma lima endodôntica em água livre (esquerda) e um desenho esquemático (direita).



Fonte: Van Der Sluis et al. (2007).

Pode-se verificar, a seguir, na Figura 3a, à esquerda do leitor, a imagem de modelo de vidro de canal radicular. No centro, na Figura 3b, pode observar a lima endodôntica em funcionamento captada a uma escala de tempo de microssegundos, mostrando fenômenos de cavitação transitórios e inerciais e, além disso, padrões de fluxo locais (apenas visíveis no modo de vídeo) e, na Figura 3c, à direita do leitor, é apresentada uma gravação a alta velocidade de uma lima K sem corte, mostrando um *micro streaming* vigoroso e bolhas de cavitação em colapso.

Figura 3(abc) - Esquerda: Modelo de vidro do canal radicular que permite o acesso ótico à lima vibratória para visualização a alta velocidade da irrigação ultrassônica. Meio: Lima em funcionamento captada a uma escala de tempo de microssegundos, mostrando fenômenos de cavitação transitórios e inerciais e, além disso, padrões de fluxo locais (apenas visíveis no modo de vídeo). À direita: É apresentada uma gravação a alta velocidade de uma lima K sem corte, mostrando um *micro streaming* vigoroso e bolhas de cavitação em colapso.



Fonte: Van Der Sluis et al. (2007).

3.3.1 Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI)

A irrigação ultrassônica passiva (PUI) consiste em uma metodologia de ativação através de um inserto metálico, desprovido de capacidade perfurocortante, com um diâmetro menor que o canal preparado. Esse inserto é conectado a um dispositivo ultrassônico, o qual é responsável por agitar a solução irrigadora presente no interior do canal radicular, conforme demonstrado pela Figura 4 abaixo. Quando ativado, o dispositivo tem a capacidade - de forma mecânica - promover a remoção dos detritos residuais do canal radicular (Van Der Sluis, 2007)

Durante a execução da técnica PUI, há uma conversão de energia elétrica em energia mecânica, transmitida da ponta ultrassônica para a solução irrigante, com o intuito de criar um fluxo acústico. Esse processo gera um aumento de temperatura e uma modificação na pressão hemodinâmica, resultando na formação de bolhas que se expandem e liberam ondas (Roy, 1994). Essas ondas, ao interagirem com as paredes do canal radicular, promovem a remoção dos resíduos e, consequentemente, a desinfecção do ambiente radicular (Castagna, 2013)

A introdução do ultrassom resulta na formação de cavitação e em um fluxo acústico, como mencionado anteriormente e ilustrado nas Figuras 2 e 3. A cavitação é restrita principalmente à ponta do aparelho, enquanto o líquido irrigante é ativado pela energia ultrassônica transmitida dos dispositivos energizados, gerando um movimento de redemoinho. Esse fluxo acústico consiste em um rápido movimento circular ou semelhante a um vórtice ao redor de um instrumento vibratório, que, no caso do ultrassom, gera forças de cisalhamento suficientes para remover detritos dos canais instrumentados (Lago, 2023)

Figura 4 – Modelo de ponteira de ultrassom para ativação de solução irrigante.



Fonte: Disponível em <https://www.kerrdental.com/kerr-endodontics/ultrasonics>.

Em relação aos demais métodos, a irrigação ultrassônica passiva (PUI), tem maior eficiência em relação a remoção da *smear layer* em todas as partes do canal radicular. Além disso, é possível observar melhor dissolução de debris e tecidos pulpaes em regiões mais complexas. É importante ressaltar que, para que essa técnica apresente as características positivas mencionadas, é necessário que o inserto metálico esteja posicionado livremente no canal radicular durante a ativação (Lago, 2023).

3.3.2 Irrigação Ultrassônica Contínua (CUI)

A Irrigação Ultrassônica Contínua (CUI) consiste na utilização de um inserto ultrassônico posicionado no interior do canal, de 2 a 3 mm do comprimento de trabalho e, quando acionado, entrega e agita a solução irrigadora no interior do canal radicular de maneira contínua e simultânea, por isso a nomenclatura CUI. Abaixo segue a Figura 5 como demonstração do dispositivo de irrigação ultrassônica (Castelo-Baz, 2016). Essa abordagem tem como objetivo aprimorar a capacidade de penetração das soluções tanto no terço apical quanto nos canais laterais e acessórios, permitindo que alcancem regiões não preparadas do sistema de canais radiculares (Jiang, 2012).

O método CUI apresenta muitas vantagens em relação a remoção de debris dentários das regiões apicais do canal radicular, devido ao fluxo contínuo da solução irrigadora e constante ativação e ante a este fato, também demonstra bons efeitos sobre a capacidade de desinfecção (Jiang, 2012).

Figura 5 – Dispositivo para CUI.



Fonte: Disponível em dentaltown.com

Apesar de alguns estudos elucidarem sobre a CUI ter maior capacidade de levar o irrigante a mais porções do canal radicular em comparação a IC e assim promover a limpeza eficiente dos canais e remoção da *smear layer*, é importante destacar que deve haver cautela com relação a força com a qual a solução irrigante é colocada no interior do canal pois pode haver extravasamento para os tecidos periapicais, comprometendo assim, a segurança biológica do procedimento (Castelo-Baz, 2016)

3.4 Irrigação sônica

A irrigação sônica é uma técnica avançada no campo da endodontia que utiliza dispositivos de ultrassom para melhorar a eficácia da limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares durante o tratamento endodôntico (Park, 2023) Essa técnica envolve o uso de peças de mão acionadas por ultrassom que produzem oscilações em alta frequência, geralmente abaixo de 20 kHz, capazes de agitar a solução irrigadora dentro do canal radicular (Teves, 2022).

Durante a irrigação sônica, as oscilações geradas pela peça de mão sônica promovem o movimento da solução irrigadora dentro do canal, criando um fluxo turbulento que auxilia na remoção de detritos, biofilmes bacterianos e outros resíduos presentes nos túbulos dentinários (Teves, 2022) Além disso, a energia ultrassônica pode gerar microcavitação, que ajuda a desalojar bactérias e partículas de debris que estão aderidas à superfície dentinária (Park, 2023).

Estudos recentes têm destacado os benefícios da irrigação sônica na melhoria da limpeza e desinfecção dos canais radiculares. Pesquisas conduzidas por Teves (2022) e Park (2023) demonstraram que a irrigação sônica foi eficaz na redução da carga bacteriana e na remoção de biofilmes endodônticos em modelos *ex vivo*. Esses estudos ressaltam a importância da irrigação sônica como uma técnica complementar no tratamento endodôntico para melhorar os resultados clínicos.

3.5 Ativação EasyClean

A ativação Easy Clean é uma técnica emergente na endodontia, que visa melhorar a eficácia da limpeza e desinfecção dos canais radiculares durante o tratamento endodôntico (Ballal, 2020) Esta técnica envolve o uso de dispositivos de ativação conforme demonstrado abaixo na Figura 6, que são inseridos no canal radicular para agitar a solução irrigadora e remover detritos, biofilmes bacterianos e outros resíduos presentes nos túbulos dentinários (Siqueira & Rôças, 2008). Estudos recentes

têm demonstrado que a ativação Easy Clean pode melhorar significativamente a remoção de bactérias e debris quando comparada com a irrigação convencional (Nakamura et al., 2018).

Nakamura et al. (2018) realizaram um estudo que avaliou o efeito da ativação Easy Clean na redução de bactérias e endotoxinas em canais radiculares, demonstrando uma significativa diminuição na carga bacteriana após o uso dessa técnica. Além disso, os autores observaram que a ativação Easy Clean foi capaz de alcançar áreas de difícil acesso nos canais radiculares, contribuindo para uma desinfecção mais eficaz (Nakamura et al., 2018) Esses achados sugerem que a ativação Easy Clean pode ser uma ferramenta valiosa no arsenal do endodontista para melhorar os resultados clínicos.

Figura 6 - Imagem ilustrando EasyClean no interior do canal radicular.



Fonte: Disponível em easyequipamentos.com.br.

Outros estudos também corroboram os benefícios da ativação Easy Clean. Cangelosi & Meschke (2014) destacaram em sua pesquisa a eficácia dessa técnica na remoção de biofilmes bacterianos, ressaltando sua importância na prevenção de infecções endodônticas persistentes. Além disso, Bao (2017) demonstraram que a ativação Easy Clean foi capaz de remover biofilme apical em canais radiculares, mesmo em casos desafiadores.

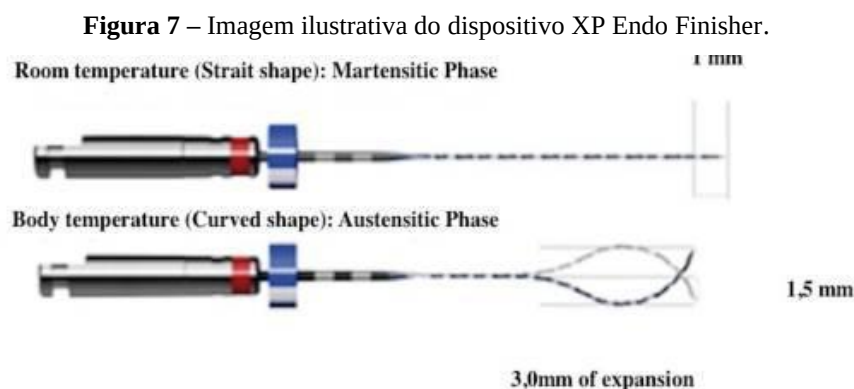
A eficácia da ativação Easy Clean também foi avaliada em relação à sua capacidade de eliminar bactérias resistentes em canais radiculares. Um estudo conduzido por Meschi, Palma e Cabanillas-Balsera (2023) investigou o efeito dessa técnica na viabilidade bacteriana de biofilmes intrarradiculares, revelando uma significativa redução na carga bacteriana após a ativação Easy Clean. Esses resultados sugerem que essa técnica pode ser particularmente útil em casos de infecções endodônticas refratárias.

3.6 XP Endo Finisher

O protocolo de irrigação final XP Endo Finisher tem sido reconhecido como uma abordagem promissora para melhorar a limpeza e desinfecção dos canais radiculares durante o tratamento endodôntico (Bao, 2017) Consiste em um instrumento endodôntico fabricado em níquel-titânio (NiTi) com diâmetro de ponta 0,25 mm, sem conicidade. O tratamento térmico MaxWire aplicado ao XP Endo Finisher faz com que fique mais martensítico à temperatura ambiente tornando-o muito flexível, tendo a conformação retilínea. No entanto, quando submetida a temperatura corporal, entra na forma austenítica, fazendo com que recupere sua memória de forma e, assuma o formato de colher, permitindo o acesso a áreas que outros instrumentos alcançam, sem danificar a dentina ou alterar a forma original do canal (Silva, 2018).

Este método envolve acionamento do instrumento XP Endo Finisher, tal como demonstrado abaixo na Figura 7, em

motor endodôntico com velocidade de 800 rpm e torque de 1 Ncm. Durante a agitação da solução irrigadora suas propriedades mecânicas fazem com que este instrumento de NiTi seja capaz de alcançar áreas de difícil acesso e contornar curvas complexas. A expansão controlada, ocasionada por XP Endo Fisher faz com que possa expandir ligeiramente quando inserido no canal, auxiliando na remoção eficaz de remanescentes de obturação (Silva et al., 2018), detritos e biofilmes bacterianos aderidos às paredes dos túbulos dentinários (Matoso FB et al., 2023) Estudos recentes demonstraram que a irrigação com XP Endo Finisher Clean pode resultar em uma desinfecção mais eficaz do sistema de canal radicular em comparação com métodos convencionais (Teves et al., 2022).



Fonte: Hamdan et al., 2017. Disponível em <https://doi.org/10.4317/jced.53962>

A eficácia da técnica de irrigação XP Endo Finisher Clean tem sido amplamente investigada em estudos recentes. Teves et al. (2022) realizaram um estudo utilizando microscopia eletrônica de varredura para avaliar a capacidade desse dispositivo em remover biofilmes bacterianos dos canais radiculares. Os resultados indicaram uma significativa redução na quantidade de biofilme após o uso do XP Endo Finisher Clean, destacando sua eficácia na limpeza do sistema de canal radicular (Teves et al., 2022) Esses achados corroboram pesquisas anteriores que também relataram resultados positivos com o uso dessa técnica (Bao et al., 2017).

Além de sua eficácia na remoção de biofilmes bacterianos, a irrigação com XP Endo Finisher Clean tem sido associada a uma melhor penetração de soluções irrigadoras nos túbulos dentinários. Matoso et al. (2023) realizaram um estudo para avaliar o efeito dessa técnica na viabilidade bacteriana de biofilmes intrarradiculares. Os resultados mostraram uma redução significativa na carga bacteriana após a irrigação com XP Endo Finisher Clean, indicando uma melhor penetração e ação das soluções irrigadoras (Matoso et al, 2023).

Outro aspecto importante da técnica de irrigação XP Endo Finisher Clean é sua capacidade de alcançar áreas de difícil acesso nos canais radiculares. Essa característica é especialmente relevante para a desinfecção eficaz de canais laterais e istmos, onde as soluções irrigadoras convencionais podem ter dificuldade de penetrar (Bao, 2017) Esses achados destacam o potencial da irrigação com XP Endo Finisher Clean como uma ferramenta valiosa para melhorar a limpeza e desinfecção em casos desafiadores de tratamento endodôntico.

3.7 Comparativo entre as técnicas de irrigação

Conforme abordado ao longo deste estudo, há diversas técnicas de irrigação e instrumentação nos protocolos da endodontia, tanto convencionais quanto modernos. A eficácia das técnicas de irrigação endodôntica tem sido objeto de diversos estudos nos últimos anos, com o objetivo de determinar qual método oferece a melhor limpeza dos canais radiculares. Entre as técnicas mais estudadas estão a Irrigação Convencional (IC), Ativação Dinâmica Manual (MDA), Irrigação Ultrassônica (IU) -

que inclui tanto a Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI) quanto a Irrigação Ultrassônica Contínua (CUI), Ativação EasyClean (ECA), XP Endo Finisher e Irrigação Sônica.

Estudos como o de Gomes et al. (2015) e Nakamura et al. (2018) destacaram a eficácia da MDA e da IU na remoção de detritos e biofilmes bacterianos dos canais radiculares. A combinação de limas manuais e ultrassônicas demonstrou uma limpeza mais completa em comparação com a IC, devido à capacidade das limas ultrassônicas de acessar áreas de difícil alcance e agitar o fluido irrigante.

Por outro lado, técnicas mais recentes, como a ECA e o XP Endo Finisher, têm ganhado destaque devido à sua eficácia na remoção de detritos e biofilmes, conforme evidenciado em estudos de Teves et al. (2022) e Matoso et al. (2023). Essas técnicas, que utilizam dispositivos de ativação sônica, oferecem uma alternativa promissora à MDA e à IU, proporcionando uma limpeza eficaz com menor risco de danos aos tecidos periapicais.

Entretanto, é importante considerar que as técnicas de ativação ultrassônica, como PUI e CUI, também são amplamente utilizadas na prática clínica. Estudos como o de Nakamura et al. (2018) alertaram para o potencial de danos nos tecidos periapicais devido à agitação intensa do fluido irrigante, o que ressalta a importância de selecionar a técnica de irrigação mais adequada para cada caso clínico.

Ao realizar uma análise comparativa entre o ECA e a PUI, é demonstrado tanto semelhanças quanto divergências em relação ao mecanismo de ativação e ao modo de aplicação. Ambos os métodos compartilham o objetivo comum de remover detritos e biofilmes bacterianos dos canais radiculares. No entanto, enquanto o ECA emprega ondas acústicas para ativar o fluido irrigante diretamente nos canais, a PUI requer a inserção de uma ponta ultrassônica passiva que é ativada por um gerador ultrassônico externo. Estudos como os de Teves et al. (2022) e Matoso et al. (2023) não encontraram diferenças significativas na eficácia de limpeza entre essas técnicas, destacando a similaridade em seus resultados clínicos.

Ao observar as diversas técnicas endodônticas existentes no cenário da odontologia, é possível averiguar uma série de similaridades e divergências em relação aos seus mecanismos de ação e eficácia na limpeza dos canais radiculares. No entanto, todas essas técnicas visam um objetivo primário comum, qual seja, remoção de detritos e biofilmes bacterianos dos canais, visando garantir o sucesso do tratamento endodôntico. Além disso, todas elas empregam dispositivos de ativação, sejam eles manuais, mecânicos ou ultrassônicos, para melhorar a eficácia da irrigação e garantir a limpeza mais completa dos canais.

Entretanto, as técnicas encontram um ponto de divergência quanto ao mecanismo específico de ativação e ao modo de aplicação. Enquanto a IC depende do uso de seringas e agulhas (Dutner, 2012; Boutsikou, 2010; Teixeira, 2005; Uzunoglu, 2015; Andrabi, 2014; Paragliola, 2017; Leoni, 2017), métodos mais avançados, como a MDA (Khaord, 2015; Desai, 2009; Ahuja, 2014; Susin, 2010), IU (PUI e CUI) (Jian, 2012; Van Der Sluis, 2007; Lago, 2023; Castelo-Baz, 2012; Roy, 1994; Castagna, 2013; Castelo-Baz, 2016), ECA (Moreira et al., 2019; Ballal et al., 2020; Bao et al., 2017; Meschi et al., 2023; Silva et al., 2018) e XP Endo Finisher (Moreira et al., 2019; Teves et al., 2022; Bao et al., 2017; Silva et al., 2018) utilizam dispositivos de ativação mecânica ou ultrassônica para agitar a solução irrigante nos canais radiculares.

Outra diferença significativa entre essas técnicas está na complexidade e nos custos associados à sua implementação. Enquanto a IC (Dutner et al., 2012; Boutsikou et al., 2010a, 2010b; Teixeira et al., 2005; Uzunoglu et al., 2015; Andrabi et al., 2014; Paragliola et al., 2010; Leoni et al., 2017) é mais simples e amplamente utilizada na prática clínica, os métodos mais modernos, como a MDA (Ahuja et al., 2014; Desai & Himel, 2009; Susin et al., 2010), IU (PUI e CUI) (Castelo-Baz et al., 2012; Roy et al., 1994; Castagna et al., 2013; Castelo-Baz et al., 2016; Van Der Sluis et al., 2007; Lago et al., 2023), ECA (Moreira et al., 2019; Ballal et al., 2020; Bao et al., 2017; Meschi et al., 2023; Silva et al., 2018) e XP Endo Finisher (Teves et al., 2022; Bao et al., 2017; Silva et al., 2018) podem ser mais complexos e dispendiosos de utilizar, requerendo equipamentos específicos e treinamento especializado. Apesar das diferenças nos métodos de aplicação, todas as técnicas buscam uma limpeza eficaz dos canais radiculares, minimizando o risco de danos aos tecidos periapicais. No entanto, evidências científicas sobre a eficácia

comparativa entre essas técnicas podem variar, com alguns estudos destacando a superioridade de uma técnica sobre a outra, enquanto outros não encontram diferenças significativas em sua eficácia.

. Estudos recentes têm ressaltado a importância da irrigação e ativação das soluções irrigantes para garantir uma limpeza adequada dos canais radiculares. Um estudo destaca a eficácia da PUI na remoção de resíduos dentinários comparada à IC, indicando que a PUI pode proporcionar uma melhor desinfecção em regiões apicais e nos istmos dos canais (Silveira & Barboza, 2023). Além disso, a combinação de ultrassom e irrigantes químicos, como o hipoclorito de sódio, tem se mostrado eficaz no aumento da eficiência de remoção de debris, respaldada pela literatura atual que enfatiza a sinergia entre a ação mecânica e química (Abdelhafeez et al., 2023; Raducka et al., 2023). Técnicas mais sofisticadas, como a irrigação sônica, também foram associadas à melhoria da desinfecção do espaço do canal, sendo comparáveis a métodos tradicionais e ressaltando a necessidade da ativação do irrigante para erradicação de biofilmes em regiões de difícil acesso (Raducka et al., 2023).

Adicionalmente, investigações sobre a penetrabilidade das soluções irrigantes em canais com anatomias complexas demonstraram que técnicas como a CUI e a Ativação EasyClean (ECA) apresentam melhor desempenho em termos de desinfecção completa (Abbas et al., 2024). Outro avanço notável é a incorporação de tecnologias robóticas, que têm revolucionado a endodontia ao oferecer maior precisão e redução no tempo dos procedimentos. Alqutaibi et al. (2024) destacam o potencial desses sistemas para transformar o tratamento de canais radiculares. Essas inovações, aliadas a sistemas de instrumentação em NiTi e suas técnicas de ativação, têm contribuído para uma mudança de paradigma na irrigação final. A remoção eficiente da smear layer, por exemplo, é favorecida por métodos como PUI, CUI e irrigação sônica, conforme evidenciam Stošić et al. (2023) e Brinza et al. (2025).

Portanto, a escolha da técnica de irrigação ideal deve levar em consideração não apenas a eficácia na limpeza dos canais, mas também a segurança para os tecidos circundantes. Além disso, fatores como experiência clínica, disponibilidade de equipamentos e preferências pessoais do profissional também devem ser considerados ao selecionar a técnica mais apropriada para cada situação clínica.

4. Considerações Finais

Com base nas evidências apresentadas, fica claro que a escolha da técnica de irrigação endodôntica deve ser cuidadosamente ponderada, levando em consideração não apenas a eficácia na remoção de detritos e biofilmes bacterianos, mas também a segurança para os tecidos circundantes. Estudos recentes destacaram a eficácia de técnicas como a Ativação EasyClean (ECA) e o XP Endo Finisher, que utilizam dispositivos de ativação sônica, como alternativas promissoras à irrigação convencional e ultrassônica. No entanto, é importante ressaltar que cada técnica apresenta suas próprias vantagens e limitações, e a seleção adequada deve ser baseada nas necessidades específicas de cada caso clínico.

Além disso, a prática clínica está em constante evolução, com novas pesquisas e tecnologias emergindo regularmente. Portanto, revisões periódicas das técnicas de irrigação endodôntica são essenciais para garantir que os profissionais de saúde bucal estejam atualizados sobre as melhores práticas e possam oferecer o melhor cuidado possível aos pacientes. A colaboração entre pesquisadores, clínicos e fabricantes de dispositivos é fundamental para impulsionar o avanço contínuo nesse campo e fornecer aos profissionais as ferramentas necessárias para alcançar resultados ótimos em procedimentos endodônticos.

Referências

- Abbas, B., Ahsin, E., Asghar, S., Habib, F., Ishaq, H., & Allah, N. (2024). Effect of the irrigation agitation technique on postoperative pain in teeth with symptomatic irreversible pulpitis. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.61331>.
- Abdelhafeez, M. M., Alharbi, A. S., Srivastava, S., Abdelaziz, R., Eldwakhly, E., Almohareb, R. A., ... & Soliman, M. (2023). Assessment of penetrability for different endodontic irrigation activating techniques using cone-beam computed tomography and periapical digital radiography—an in vitro study. *Applied Sciences*, 13(13), 7436. <https://doi.org/10.3390/app13137436>.

- Ahuja, P., et al. (2014). Effectiveness of Four Different Final Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal in Curved Root Canals: A Scanning Electron Microscopy Study. *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences*. 2014; 11(1), 1-9.
- Alqutaibi, A., Hamadallah, H., Aloufi, A., Qurban, H., Hakeem, M., & Alghauli, M. (2024). Contemporary applications and future perspectives of robots in endodontics: a scoping review. *International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*, 20(5). <https://doi.org/10.1002/rcs.70001>.
- Andrabi, S., et al. (2014). Effect of passive ultrasonic irrigation and manual dynamic irrigation on smear layer removal from root canals in a closed apex in vitro model. *Journal of investigative and clinical dentistry*. 2014; 5(3), 188–193.
- Baldasso, F., Roletto, L., Silva, V., Morgental, R., & Kopper, P. (2017). Effect of final irrigation protocols on microhardness reduction and erosion of root canal dentin. *Braz Oral Res*. 2017; 31, e40. Published 2017 May 15. doi:10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0040. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28513789/>.
- Ballal, N., Gandhi, P., Shenoy, P., & Dummer, P. (2020). Evaluation of various irrigation activation systems to eliminate bacteria from the root canal system: a randomized controlled single blinded trial. *Journal of Dentistry*. 2020; 99:103412. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103412> <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103412>
- Bao, P., Shen, Y., Lin, J., & Haapasalo, M. (2017). In vitro efficacy of XP-endo finisher with 2 different protocols on biofilm removal from apical root canals. *Journal of Endodontics*. 2017;43(2), 321-325. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.09.021> <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.09.021>
- Boutsikou, C., et al. (2010). Evaluation of Irrigant Flow in the Root Canal Using Different Needle Types by an Unsteady Computational Fluid Dynamics Model. *Journal of Endodontics*. 2010;36(5), 875–879.
- Boutsikou, C., et al. (2010). The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: Evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *Journal of Endodontics*. 2010;36(10), 1664–1668.
- Brinza, C., Sălceanu, M., Melian, A., Tărăboanță, I., Cimpoeșu, R., Giuroiu, C., ... & Andrian, S. (2025). Evaluation by scanning electron microscopy and energy dispersive x-ray spectroscopy of the effects of root canal instrumentation on the radicular dentine. *Microscopy Research and Technique*, 88(5), 1555-1565. <https://doi.org/10.1002/jemt.24763>
- Cangelosi, G., & Meschke, J. (2014). Dead or alive: molecular assessment of microbial viability. *Applied and Environmental Microbiology*. 2014;80(19), 5884-5891. Available from: <https://doi.org/10.1128/AEM.01763-14> <https://doi.org/10.1128/AEM.01763-14>
- Casarin, S. T. et al. (2020). Tipos de revisão de literatura: considerações das editoras do Journal of Nursing and Health. *Journal of Nursing and Health*. 10 (5). <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/enfermagem/article/view/19924>.
- Castagna, F., et al. (2013). Effect of passive ultrasonic instrumentation as a final irrigation protocol on debris and smear layer removal-a sem analysis. *Microscopy Research and Technique*. 2013;76(5), 496–502.
- Castelo-Baz, P., et al. (2012). In Vitro Comparison of Passive and Continuous Ultrasonic Irrigation in Simulated Lateral Canals of Extracted Teeth. *Journal of Endodontics*. 2012;38(5), 688–691.
- Castelo-Baz, P., et al. (2016). In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in curved root canals. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. 2016;8(4), 1–5
- Chubb, D. (2019). A review of the prognostic value of irrigation on root canal treatment success. *Aust Endod J*. 2019;45(1), 5-11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30980478/>.
- Desai, P., & Himel, V. (2009). Comparative Safety of Various Intracanal Irrigation Systems. *Journal of Endodontics*. 2009;35(4), 545–549.
- Divia, A., Nair, M., Varughese, J., & Kurien, S. (2018). A comparative evaluation of Morinda citrifolia, green tea polyphenols, and Triphala with 5% sodium hypochlorite as an endodontic irrigant against *Enterococcus faecalis*: An in vitro study. *Dent Res J (Isfahan)*. 2018;15(2), 117-122. Disponível em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29576775/>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29576775/>.
- Duque, J., Duarte, M., Canali, L., Zancan, R., Vivan, R., Bernardes, R., et al. (2017). Comparative Effectiveness of New Mechanical Irrigant Agitating Devices for Debris Removal from the Canal and Isthmus of Mesial Roots of Mandibular Molars. *J Endod*. 2017; 43(2), 326-331. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27989584/>.
- Dutner, J., Mines, P., & Anderson, A. (2012). Irrigation trends among American Association of Endodontists members: A web-based survey. *Journal of Endodontics*. 2012;38(1), 37–40.
- Galler, K., Widbiller, M., Buchalla, W., Eidt, A., Hiller, K., Hoffer, P., et al. (2016). EDTA conditioning of dentine promotes adhesion, migration and differentiation of dental pulp stem cells. *Int Endod J*. 2016; 49(6), 581–90. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26114662/>.
- Gil, A. C. (2017). Como elaborar projetos de pesquisa. (6ed.). Editora Atlas.
- Gomes, B., Berber, V., Kokaras, A., Chen, T., & Paster, B. (2015). Microbiomes of endodontic-periodontal lesions before and after chemomechanical preparation. *Journal of Endodontics*. 2015; 41(12), 1975-1984. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.08.022>. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.08.022>.
- Hargreaves, K., Giesler, T., Henry, M., & Wang, Y. (2008). Regeneration Potential of the Young Permanent Tooth: What Does the Future Hold?. Vol. 34, *Journal of Endodontics*. 2008; 34(7), 51–56. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18565373/>.
- Hristov, K., Gateva, N., Stanimirov, P., Ishkitiev, N., Tsikandelova, R., & Mihaylova, Z. (2018). Influence of citric acid on the vitality of stem cells from apical papilla. *Acta Medica Bulg*. 2018; 45(2), 31–5. <https://sciendo.com/article/10.2478/amb-2018-0016>.
- Jiang, L., Lak, B., Eijsvogels, L., Wesselink, P., & van, d. S. L. (2012). Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. *J Endod*. 2012;38(6), 838-841. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22595122/>.

- Khaord, P., Amin, A., Shah, M., Uthappa, R., Raj, N., Kachalia, T., et al. (2015). Effectiveness of different irrigation techniques on smear layer removal in apical thirds of mesial root canals of permanent mandibular first molar: A scanning electron microscopic study. *J Conserv Dent*. 2015;18(4), 321-326. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4502130/>.
- Lago, I. d., Clementino, M., & Melo, M. (n.d.). The use of ultrasound in endodontics: A literature review. *RSD [Internet]*. 2023Oct.19 [cited 2024Apr.9];12(10):e149121043410.
- Leoni, G., et. a. (2017). Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. *International Endodontic Journal*. 2017;50(4), 398–406.
- Lin, L., Shimizu, E., Gibbs, J., Loghin, S., Ricucci, D. (2014). Histological and histobacteriological observations of failure in revascularization / revitalization therapy: case report. *J Endod*. 2014; 40(2), 291–5. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24461421/>.
- Matoso, F., Montagner, F., Jardine, A., Quintana, R., Grecca, F., Kopper, P. (2023). Effect of different disinfection protocols in bacterial viability of an intraradicular biofilm formed in situ. *Brazilian Dental Journal*. 2023; 34, 42-49. Available from: <https://doi.org/10.1590/0103-6440202305244>.
- Meschi, N., Palma, P., Cabanillas-Balsera, D. (2023). Effectiveness of revitalization in treating apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*. 2023;56(S3), 510-532. Available from: <https://doi.org/10.1111/iej.13778> <https://doi.org/10.1111/iej.13778>
- Mohammadi, Z., Asgary, S. (2015). A comparative study of antifungal activity of endodontic irrigants. *Iran Endod J*. 2015;10(2), 144-147. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4372792/>.
- Moreira, R., Pinto, E., Galo, R., Falci, S., Mesquita, A. (2019). Passive ultrasonic irrigation in root canal: systematic review and meta-analysis. *Acta Odontol Scand*. 2019;77(1), 55-60. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30264624/>.
- Nakamura, V., Pinheiro, E., Prado, L., Silveira, A., Carvalho, A., Mayer, M., et. a. (2018). Effect of ultrasonic activation on the reduction of bacteria and endotoxins in root canals: a randomized clinical trial. *International Endodontic Journal*. 2018;51(S1), e12-e22. <https://doi.org/10.1111/iej.12783> <https://doi.org/10.1111/iej.12783>
- Paragliola, R., et. a. (2010). Final Rinse Optimization: Influence of Different Agitation Protocols. *Journal of Endodontics*. 2010;36(2), 282–285.
- Park, K., Ordinola-Zapata, R., Noblett, W., Lima, B., Staley, C. (2023). The effect of ultrasonic and multisonic irrigation on root canal microbial communities: an ex vivo study. *International Endodontic Journal*. 2023;1-12. Available from: <https://doi.org/10.1111/iej.13996> <https://doi.org/10.1111/iej.13996>
- Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free e-book]. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/UFSM.
- Raducka, M., Piszko, A., Piszko, P. J., Jawor, N., Dobrzyński, M., Grzebieluch, W., ... & Skośkiewicz-Malinowska, K. (2023). Narrative review on methods of activating irrigation liquids for root canal treatment. *Applied Sciences*, 13(13), 7733. <https://doi.org/10.3390/app13137733>.
- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta Paul. Enferm*. 20 (2). <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>.
- Roy, R., Ahmad, M., Crum, L. (1994). Physical mechanisms governing the hydrodynamic response of an oscillating ultrasonic file. *International Endodontic Journal*. 1994;27(4), 197-207.
- Silva, E., Belladonna, F., Zuolo, A., Rodrigues, E., Ehrhardt, I., Souza, E., De-Deus, G. (2018). Effectiveness of XP-endo Finisher and XP-endo Finisher R in removing root filling remnants: a micro-CT study. *Int Endod J*. 2018 Jan;51(1), 86-91. doi: 10.1111/iej.12788. Epub 2017 May 29. PMID: 28467618.
- Silveira, L. H. L. P. and Barboza, D. V. d. B. (2023). A importância da irrigação ultrassônica passiva para o sucesso do tratamento endodôntico: revisão narrativa de literatura. *Scientia Generalis*, 4(2), 358-365. <https://doi.org/10.22289/sg.v4n2a30>.
- Siqueira, J. J., Rôças, I. (2008). Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod*. 2008 Nov;34(11), 1291–1301.e3. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.07.028> <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.07.028>
- Stošić, N., Popović, J., Apostolovic, M., Mitić, A., Nikolić, M., Barac, R., ... & Kostić, M. (2023). Effects of autoclave sterilization on cyclic fatigue resistance in 5 types of rotary endodontic instruments: an in vitro study. *Medical Science Monitor*, 29. <https://doi.org/10.12659/msm.939694>.
- Susin, L., et. a. (2010). Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *International Endodontic Journal*. 2010; 43(12), 1077–1090.
- Teixeira, C., Felipe, M., Felipe, W. (2005). The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *International Endodontic Journal*. 2005; 38(5), 285–290.
- Teves, A., Blanco, D., Casaretto, M., Torres, J., Alvarado, D., Coaguila-Llerena, H., et. a. (2022). Multispecies biofilm removal by XP-endo finisher and passive ultrasonic irrigation: a scanning electron microscopy study. *Australian Endodontic Journal*. 2022; 48(1):91-97. <https://doi.org/10.1111/aej.12549> <https://doi.org/10.1111/aej.12549>
- Uzunoglu, E., Gorduysus, M., Gorduysus, O. (2015). A comparison of different irrigation systems and gravitational effect on final extrusion of the irrigant. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. 2015;(e218 e223).
- Van, D. S. L., et. a. (2007). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: A review of the literature. *International Endodontic Journal*. 2007; 40(6), 415–426.