

## **Energização de solução irrigadora como complemento na limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares**

**Energization of irrigation solution as a supplement in the cleaning and disinfection of the root channel system**

**Solución de energización de riego como complemento en la limpieza y desinfección del sistema de canal de la raíz**

Recebido: 18/09/2022 | Revisado: 02/10/2022 | Aceitado: 03/10/2022 | Publicado: 09/10/2022

### **Andressa Loana Martinez**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2206-9450>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: [andressaloana.m@gmail.com](mailto:andressaloana.m@gmail.com)

### **Jamille Cristina Karwel**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4296-5794>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: [millekarwel@hotmail.com](mailto:millekarwel@hotmail.com)

### **Cíntia de Souza Alferes Araújo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6028-2589>

Clínica Privada, Brasil

E-mail: [csalferesaraujo@gmail.com](mailto:csalferesaraujo@gmail.com)

### **Sérgio Henrique Staut Brunini**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7020-5365>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: [brunini@prof.unipar.br](mailto:brunini@prof.unipar.br)

### **Luiz Fernando Tomazinho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0217-4621>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: [tomazinho@prof.unipar.br](mailto:tomazinho@prof.unipar.br)

### **Resumo**

O tratamento endodôntico objetiva controlar o fator microbiano para garantir a manutenção dos dentes na cavidade bucal diante do diagnóstico de uma condição doente. Um fator desfavorável é a complexidade anatômica do sistema de canais radiculares, devido a presença de ramificações apicais, canais acessórios e istmos, dificultando a remoção completa de remanescentes orgânicos e inorgânicos nessas áreas de difícil acesso durante a instrumentação. Buscando melhorar isso, durante o tratamento endodôntico, uma das ferramentas utilizadas para o combate aos microrganismos é a solução irrigadora. Ainda assim, o uso dessas soluções não é suficiente para remoção de material mineral quando usado individualmente. Dessa forma, o auxílio de outros agentes e técnicas faz-se necessário para o melhor resultado. A irrigação ultrassônica passiva se fundamenta no princípio de que a inserção passiva de uma ponta/lima metálica acoplada a um aparelho ultrassônico em um canal radicular preenchido com uma solução irrigante ou quelante, quando ativado, permite ampliar o desempenho da agitação da solução e melhorar a remoção de detritos, *smear layer* e materiais de obturação do canal radicular. Este trabalho objetivou realizar uma revisão narrativa da literatura abordando a eficácia da energização da solução irrigadora após o processo biomecânico do sistema de canais radiculares em diferentes protocolos. De forma geral os trabalhos apresentados nessa revisão da literatura demonstraram que os métodos com agitação da solução irrigadora promoveram melhor limpeza do canal, do istmo e remoção da *smear layer* em relação ao método convencional.

**Palavras-chave:** Endodontia; Desinfecção; Tratamento do canal radicular.

### **Abstract**

Endodontic treatment aims to control the microbial factor to ensure the maintenance of teeth in the oral cavity in the face of the diagnosis of a diseased condition. An unfavorable factor is the anatomical complexity of the root canal system, due to the presence of apical ramifications, accessory canals and isthmus, making it difficult to completely remove organic and inorganic remnants in these areas of difficult access during instrumentation. Seeking to improve this, during endodontic treatment, one of the tools used to combat microorganisms is the irrigating solution. Still, the use of these solutions is not sufficient to remove mineral material when used individually. Thus, the help of other agents and techniques is necessary for the best result. Passive ultrasonic irrigation is based on the principle that the passive insertion of a metallic tip/file attached to an ultrasonic device in a root canal filled with an irrigating or

chelating solution, when activated, allows increasing the performance of the solution agitation and improving the removal of debris, smear layer and root canal filling materials. This work aimed to carry out a narrative review of the literature addressing the effectiveness of energizing the irrigating solution after the biomechanical process of the root canal system in different protocols. In general, the works presented in this literature review showed that the methods with agitation of the irrigating solution promoted better cleaning of the canal, the isthmus and removal of the smear layer in relation to the conventional method.

**Keywords:** Endodontics; Disinfection; Root canal therapy.

### Resumen

El tratamiento endodóntico tiene como objetivo el control del factor microbiano para asegurar el mantenimiento de los dientes en la cavidad bucal ante el diagnóstico de una condición enfermiza. Un factor desfavorable es la complejidad anatómica del sistema de conductos radiculares, debido a la presencia de ramificaciones apicales, conductos accesorios e istmos, lo que dificulta la remoción completa de remanentes orgánicos e inorgánicos en estas áreas de difícil acceso durante la instrumentación. Buscando mejorar esto, durante el tratamiento de endodoncia, una de las herramientas utilizadas para combatir los microorganismos es la solución irrigante. Aún así, el uso de estas soluciones no es suficiente para eliminar el material mineral cuando se usan individualmente. Por lo tanto, la ayuda de otros agentes y técnicas es necesaria para obtener el mejor resultado. La irrigación ultrasónica pasiva se basa en el principio de que la inserción pasiva de una punta/lima metálica unida a un dispositivo ultrasónico en un conducto radicular lleno de una solución irrigante o quelante, cuando está activada, permite aumentar el rendimiento de la agitación de la solución y mejorar la eliminación de desechos, capa de barrillo dentinario y materiales de obturación de conductos radiculares. Este trabajo tuvo como objetivo realizar una revisión narrativa de la literatura que aborda la efectividad de energizar la solución de irrigación después del proceso biomecánico del sistema de conductos radiculares en diferentes protocolos. En general, los trabajos presentados en esta revisión bibliográfica demostraron que los métodos con agitación de la solución de irrigación promovieron una mejor limpieza del conducto, del istmo y de la remoción del barrillo dentinario en relación al método convencional.

**Palabras clave:** Endodoncia; Desinfección; Tratamiento del conductor radicular.

## 1. Introdução

A terapêutica endodôntica consiste em controlar o fator microbiano frente ao diagnóstico de uma condição patológica tendo como objetivo primordial a manutenção dos dentes na cavidade bucal (Vianna et al., 2022). Para que seja obtido sucesso deste tratamento, é necessário que se obtenha a associação da instrumentação mecânica para modelagem do canal com a irrigação química para limpeza e desinfecção, finalizado com a obturação tridimensional e hermética dos sistemas de canais radiculares, garantindo a vedação de fluido apical e lateral (Gade et al., 2022; Caron et al., 2010).

Um fator desfavorável é a complexidade anatômica do sistema de canais radiculares, pela presença de ramificações apicais, canais acessórios e istmos, dificultando a remoção completa de remanescentes orgânicos e inorgânicos nessas áreas de difícil acesso durante a instrumentação (Duque et al., 2016). Soma-se a isso, o fato de que nesta etapa do procedimento há o acúmulo de raspas de dentina, somadas a remanescentes de material orgânico que favorecem para a formação de uma estrutura amorfa, denominada *smear layer*, que fica aderida às paredes do canal radicular, com espessura suficiente para a obliteração da entrada dos túbulos dentinários, comprometendo a ação do irrigante, medicação intracanal (quando necessário) e penetração do cimento obturador, levando à falha no processo de desinfecção e ocorrência de microinfiltração posteriormente (Sahar-Helft et al., 2015).

Durante o tratamento endodóntico, uma das ferramentas utilizadas para o combate aos microorganismos é a solução irrigadora. Diversas têm sido recomendadas para o uso no tratamento das infecções do canal radicular. O hipoclorito de sódio (NaOCl) em diferentes concentrações, tem sido amplamente utilizado desde a sua introdução na endodontia. Além da sua ação alvejante, desodorizante e de dissolução de tecidos e ação bactericida, em razão disto tem sido considerada a solução irrigadora mais eficaz (Almeida, 2019). Mesmo assim, não é suficiente para remoção de material mineral quando usado individualmente. Dessa forma, o auxílio de outros agentes faz-se necessário para o melhor resultado. O ácido etilendiamino tetra-acético (EDTA), é o quelante de primeira escolha, usado de forma intercalada durante o procedimento (Sahar-Helft et al., 2015).

A irrigação eficaz do canal radicular apical é um dos procedimentos mais importantes durante o tratamento do canal radicular (Park et al., 2013). Para uma irrigação eficaz, o preparo do canal radicular deve permitir a inserção da agulha de irrigação a 1–2 mm do comprimento de trabalho e que está solução penetre adequadamente no interior destes canais (Peeters & Mooduto, 2012). Mesmo assim, a presença de canais acessórios e ramificações apicais podem promover maior dificuldade para limpeza e desinfecção do canal radicular (Chávez-Andrade et al., 2014)

A irrigação ultrassônica passiva foi proposta pela primeira vez por Weller et al. (1980) fundamentada no princípio de que a inserção passiva de uma ponta/lima metálica acoplada a um aparelho ultrassônico que oscila a uma frequência de 30 kHz em um canal radicular preenchido com uma solução irrigante ou quelante, quando ativado, fica cercado por fluxo acústico para ampliar o desempenho da agitação da solução e melhorar a remoção de detritos, *smear layer* e materiais de obturação do canal radicular (Baumeier et al., 2022).

Frente a este contexto apresentado, observa-se que é premente a verificação da importância da ativação da solução irrigante como coadjuvante durante o processo de desinfecção, facilitando a permeabilidade dentinária e aumentando a efetividade das substâncias químicas. Em razão de tais premissas, este trabalho objetivou realizar uma revisão narrativa da literatura abordando a eficácia da energização da solução irrigadora após o processo biomecânico do sistema de canais radiculares em diferentes protocolos.

## 2. Metodologia

Este artigo foi realizado seguindo a metodologia de revisão narrativa, ou seja, não utilizou de critérios explícitos e sistemáticos para a busca e análise crítica da literatura. Os estudos foram selecionados pelos autores de forma arbitrária, sob seus próprios critérios (Cordeiro et al., 2007). A busca por material bibliográfico focou em trabalhos relacionados a energização da solução irrigadora após o processo biomecânico do sistema de canais radiculares trazendo os principais achados encontrados na literatura sobre este tema. Esta busca utilizou como ferramentas as bases de dados eletrônicas: Google Acadêmico, Pubmed, Portal Periódico Capes, Scielo Lilacs, considerando artigos científicos publicados entre 1980 e 2022, incluindo as seguintes palavras-chaves: “endodontia”, “desinfecção”, “irrigante”, “ultrasonic”, “PUI”, “CUI”, “smear layer”, “Easy Clean”, “Sistema GentleWave”, “EndoVac”, “XP-endo Finisher”, “XP Clean”, “EndoActivator”, “EDDY”, “irrigation ultrasonic”.

## 3. Resultados e Discussão

O cerne do tratamento endodôntico é manter ou restabelecer a saúde dos tecidos perirradiculares. Sob aspecto biológico, esta terapia em dentes vitais não é um procedimento complexo de resolver, a polpa é removida e os canais radiculares é vedado para impedir contaminação futura. Entretanto, o mesmo procedimento em dentes com infecção é com certeza algo bem mais crítico para se obter o restabelecimento da saúde tecidual. Mesmo executando de forma criteriosa os protocolos clínicos de tratamento, podem ocorrer falhas e a infecção intrarradicular persistir (Baumeier et al., 2022).

A limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares com instrumentos endodônticos produz uma *smear layer* que cobre as paredes do canal e acúmulo de restos de tecido duro isso torna a desinfecção química por irrigação um complemento importante (Sahar-Helft et al., 2015). Há relatos de que a *smear layer* produzida com o preparo do canal radicular, dificulta a penetração de soluções desinfetantes intracanaís assim como cimentos nos túbulos dentinários, o que pode comprometer a vedação da obturação do canal. Na revisão sistemática e meta-análise realizada Shabravan et al (2007) relataram que o consenso permanece no sentido de realizar a remoção da camada de esfregaço.

As soluções irrigantes são necessárias do ponto de vista antimicrobiano, uma vez que a mecânica do processo de instrumentação é insuficiente por si só para remover a carga microbiana (Ordinola-Zapata et al., 2013). Os irrigantes mais

conhecidos incluem hipoclorito de sódio, clorexidina, EDTA, MTAD e álcool. Atualmente o hipoclorito de sódio é uma das soluções mais utilizadas, uma vez que atende os requisitos necessários como agente de irrigação do canal radicular (Paragliola et al., 2010), sendo considerado o padrão-ouro devido seu efeito antimicrobiano e propriedades de dissolução tecidual, ele não tem efeito sobre a porção inorgânica da camada de esfregaço. Em razão disto tem sido usado em associação com o EDTA, que atua nos detritos inorgânicos formados nos canais radiculares instrumentados (Caron et al, 2010).

Há tempos a literatura vem relatando que mesmo com a instrumentação, com as técnicas de irrigação, a eficácia das soluções irrigadoras permanece limitada no terço apical de um canal preparado. Isto é particularmente em canais radiculares curvos e até mesmo em dentes uniradiculares, portanto, a melhoria dos protocolos de irrigação é essencial durante o tratamento do canal radicular para obter uma melhor eficiência de limpeza, em especial na área apical muito complexa. Em razão disto, diferentes métodos foram introduzidos para melhorar a segurança e limpeza do sistema de canais radiculares (Mancini et al., 2013).

Ordinola-Zapata et al. (2013) compararam a remoção de biofilme utilizando quatro técnicas de irrigação em um modelo de canal radicular bovino. As técnicas avaliadas foram a irrigação por agulha, com Endoativador (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, EUA), a irrigação ultrassônica passiva e a irrigação ativada por laser (*streaming* fotoacústico induzido por fótons). As amostras foram analisadas usando um microscópio eletrônico de varredura. A irrigação ativada por laser com fluxo fotoacústico induzido por fótons apresentou os resultados mais favoráveis na remoção do biofilme. A irrigação ultrassônica passiva foram menores do que Endoactivator e da irrigação por agulha. A irrigação sônica e com agulha não foram diferentes. Em razão de tais resultados, pode-se dizer que a ativação a laser do hipoclorito de sódio a 6% melhora de forma significativa a limpeza da dentina infectada por biofilme seguida de irrigação ultrassônica passiva.

A eficácia de diferentes métodos de irrigação na remoção da smear layer também foi testada, só que avaliando em 1, 3, 5 e 8 mm do ápice de canais endodônticos em pré molares inferiores humanos os grupos teste foram de acordo com a técnica final de ativação/entrega do irrigante. O Sistema EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) foi mais eficiente que a irrigação ultrassônica passiva na remoção da smear layer a 3, 5 e 8 mm do ápice. Já o Sistema EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA) removeu de forma significativa mais *smear layer* do que todos a 1, 3, 5 e 8 mm do ápice. A 5 e 8 mm do ápice, irrigação ultrassônica passiva e EndoVac não diferiram significativamente, mas ambos tiveram desempenho melhor do que os grupos controle. Enfim, nenhum dos sistemas de ativação/entrega pesquisados foi capaz de remover efetivamente a *smear layer* entretanto, o EndoActivator e o EndoVac apresentaram os melhores resultados a 3, 5 e 8 mm (EndoActivator) e 1, 3, 5 e 8 mm (EndoVac) do ápice (Mancini et al., 2013).

A eficácia da lima XP-endo Finisher (FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, Suíça) na remoção de debris e smear layer em canais radiculares curvos em comparação com diferentes regimes de irrigação foi avaliada em molares humanos recém extraídos por microscopia eletrônica de varredura. A lima XP-endo Finisher e EndoActivator revelaram escores mais baixos de debris e smear layer não havendo diferença entre eles. Esses resultados permitem afirmar que a irrigação de canais radiculares curvos usando os métodos XP-endo Finisher e EndoActivator são mais eficazes na remoção de debris e *smear layer* do que os outros métodos convencionais (Elnaghy, Mondorah & Elsaka, 2016).

Kato et al (2016) realizaram um estudo *ex vivo* para comparar a eficácia da irrigação ultrassônica passiva comparando com um novo sistema de ativação usando movimento alternativo (EasyClean, Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Brasil) na remoção de detritos das paredes do canal radicular analisando por meio de microscopia eletrônica de varredura ambiental. O sistema de irrigação com ativação recíproca produziu paredes mais limpas em comparação com o método ultrassônico passivo, permitindo concluir que a ativação do irrigante com um sistema recíproco EasyClean, promoveu a remoção mais efetiva de debris das regiões mais apicais do canal radicular quando comparado com irrigação ultrassônica passiva.

A eficácia de dispositivos de agitação de agentes irrigantes como o Easy Clean (Easy Dental Equipment, Belo Horizonte, MG, Brasil) em movimento contínuo e alternativo, a irrigação ultrassônica passiva, sistemas Endoativadores (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), e irrigação convencional para remoção de detritos de canais radiculares e istmo foram comparados entre si. O protocolo de 3 ativações da solução irrigadora por 20 segundos proporcionou melhor limpeza do canal e istmo. Na conclusão de todos os procedimentos, o Easy Clean em rotação contínua foi mais eficiente que a irrigação convencional. Na conclusão de todas as etapas, a maior diferença foi observada no istmo em que o Easy Clean em rotação contínua foi mais eficaz que a irrigação convencional e o Endoativador. A irrigação ultrassônica passiva promoveu maior limpeza do que a irrigação convencional. Foi visto que os métodos de ativação da solução irrigadora proporcionaram melhor limpeza do canal e istmo, principalmente o Easy Clean utilizado em rotação contínua. O protocolo de 3 ativações da solução irrigadora por 20 segundos favoreceu melhor limpeza (Duque et al., 2016).

A penetração de gel de hipoclorito de sódio ou soluções de hipoclorito de sódio com surfactantes e o efeito da irrigação ultrassônica passiva na penetração nos túbulos dentinários foi avaliado por Faria et al (2019). A penetração da solução do hipoclorito de sódio a 3% foi maior nos túbulos dentinários em comparação com a forma em gel. A irrigação ultrassônica passiva aumentou significativamente a profundidade de penetração do hipoclorito de sódio nos túbulos dentinários quando comparado a irrigação convencional com seringa. Enfim, o gel de hipoclorito de sódio penetrou menos nos túbulos dentinários do que a solução de hipoclorito de sódio. A adição de tensoativos não aumentou a profundidade de penetração. O uso de irrigação ultrassônica passiva aumentou significativamente a penetração do hipoclorito de sódio nos túbulos dentinários.

Alakshar et al (2020) propuseram avaliar e comparar a eficiência de limpeza do XP-Endo Finisher em relação à quantidade de detritos restantes e camada de smear layer versus agulha Max-I-Probe, dispositivo EndoActivator e combinação de XP - Lima Endo Finisher com dispositivo EndoActivator em canais radiculares ovais. Isso foi realizado em 36 pré-molares inferiores extraídos de raiz única/canal. As diferenças nos escores de debris e smear layer foram significativas para todos os locais, bem como para a avaliação geral, exceto para o terço coronal. Sendo assim, EndoActivator e Max-I-Probe apresentaram menos debris e smear layer que XP-Endo Finisher e XP-Endo Finisher+ EndoActivator no terço médio e apical. O uso do XP-Endo Finisher em conjunto com o presente protocolo de irrigação não foi eficaz em ter uma superfície dentinária livre de detritos na porção apical da maioria dos canais radiculares.

O fabricante do finalizador XP-Endo alega em suas informações técnicas que o mesmo possui capacidade de limpar de forma eficaz os canais radiculares com morfologia complexa. Buscando investigar tal afirmação, o efeito do XP-Endo finisher na quantidade de debris residuais e *smear layer* nas paredes do canal radicular foi avaliado em um estudo *in vitro* em segundos pré-molares inferiores humanos. Nenhuma diferença significativa foi observada entre os grupos pesquisados. Enfim, contrariamente as afirmações do fabricante, o uso do finalizador XP-Endo não apresentou superioridade ao protocolo padrão para o uso de soluções irrigadoras (EDTA + NaOCl) em relação a remoção de debris e *smear layer* (Azimian et al, 2019). Entretanto em revisão integrativa realizada por Briano et al (2021) que buscou avaliar o desempenho do XP-Endo Finisher, como recurso auxiliar na limpeza e desinfecção de canais radiculares observaram que o XP-Endo Finisher apresentou resultados satisfatórios, podendo ser considerado um instrumento de potencial auxiliar na desinfecção de canais radiculares.

Outro trabalho que comparou a quantidade de *smear layer* remanescente em canais radiculares preparados com diferentes protocolos de limas Bio RaCe e lima XP-endo Finisher em associação com EDTA 17% e solução de hipoclorito de sódio, concluiu que o uso da combinação de hipoclorito de sódio e EDTA em associação com XP-endo Finisher apresentou a melhor eficácia para a remoção da camada de *smear layer* (Zand et al., 2017).

Oliveira et al (2022) realizaram o relato de uma série de casos clínicos onde foi realizado o tratamento endodôntico em pré-molares superiores e inferiores com três canais radiculares. Para isso fizeram uso de técnicas auxiliares modernas empregadas no tratamento endodôntico atual. Consistiu no preparo químico-mecânico com instrumentos de níquel-titânio

mecanizados (X1-Blue) junto com irrigação com hipoclorito de sódio a 2,5%. Para limpeza final realizaram irrigação ultrassônica passiva. Apesar da presença de três canais radiculares nos pré-molares ser rara, é importante conhecer os recursos que podem favorecer o sucesso do tratamento endodôntico. Uma vez que o manejo destas situações são muitas vezes atribuído a presença de infecção residual no local por uma desinfecção inadequada.

#### 4. Considerações Finais

De forma geral os trabalhos apresentados nessa revisão da literatura demonstraram que os métodos com agitação da solução irrigadora promoveram melhor limpeza do canal, do istmo e remoção da *smear layer* em relação ao método convencional. O sistema de irrigação com ativação recíproca mostrou ser capaz de produzir paredes mais limpas em comparação com o método ultrassônico passivo. Avanços recentes, como por exemplo a ativação multissônica e a laser, são ferramentas promissoras que precisam de mais investigações clínicas para mostrar sua eficiência. Vale ressaltar que cada estudo precisa ser cuidadosamente pesado antes de usar seus resultados assim como novos estudos envolvendo o tema são necessários para reiterar os achados até então encontrados.

#### Referências

- Vianna, T. C., Lima, A. W., da Costa Silveira, A., & de Araújo, P. X. (2022). Uso de irrigação sob pressão negativa durante o preparo químico-cirúrgico dos sistemas de canais radiculares—revisão sistemática. *Research, Society and Development*, 11(8), e5111824114-e5111824114.
- Gade, V. J., Sedani, S., Asani, R., & Kusumbe, R. Comparative Clinical Evaluation of Conventional Syringe Irrigation, Endoactivator and Endovac in Reducing the Microbial Count From Infected Root Canal: an in Vivo Study. *International Journal of Health Sciences*, (III), 1664-1672.
- Caron, G., Nham, K., Bronnec, F., & Machtou, P. (2010). Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *Journal of endodontics*, 36(8), 1361-1366.
- 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.
- Sahar-Helft, S., Sarp, A. S. K., Stabholtz, A., Gutkin, V., Redenski, I., & Steinberg, D. (2015). Comparison of positive-pressure, passive ultrasonic, and laser-activated irrigations on smear-layer removal from the root canal surface. *Photomedicine and laser surgery*, 33(3), 129-135.
- Almeida, H. S. (2019). Sistemas de irrigação: revisão comparativa. *Revista Farol*, 8(8), 363-383.
- Park, E., Shen, Y., Khakpour, M., & Haapasalo, M. (2013). Apical pressure and extent of irrigant flow beyond the needle tip during positive-pressure irrigation in an in vitro root canal model. *Journal of endodontics*, 39(4), 511-515.
- Peeters, H. H., & Mooduto, L. (2013). Radiographic examination of apical extrusion of root canal irrigants during cavitation induced by Er, Cr: YSGG laser irradiation: an in vivo study. *Clinical oral investigations*, 17(9), 2105-2112.
- Chávez-Andrade, G. M., Guerreiro-Tanomaru, J. M., Miano, L. M., Leonardo, R. D. T., & Tanomaru-Filho, M. (2014). Radiographic evaluation of root canal cleaning, main and laterals, using different methods of final irrigation. *Revista de Odontologia da UNESP*, 43, 333-337.
- Weller, R. N., Brady, J. M., & Bernier, W. E. (1980). Efficacy of ultrasonic cleaning. *Journal of endodontics*, 6(9), 740-743.
- Cordeiro, A. M., Oliveira, G. M. D., Rentería, J. M., & Guimarães, C. A. (2007). Revisão sistemática: uma revisão narrativa. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 34, 428-431.
- Baumeier, N. C., Duarte, M. A. H., Vivan, R. R., Lemos, A. C., Machado, R., & da Silva Neto, U. X. (2022). Passive ultrasonic irrigation, EndoActivator system and XP-endo Finisher R as additional cleaning techniques to remove residual filling materials from flattened root canals. *Journal of Conservative Dentistry*, 25(4), 385.
- Shahravan, A., Haghdoost, A. A., Adl, A., Rahimi, H., & Shadifar, F. (2007). Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *Journal of endodontics*, 33(2), 96-105.
- Ordinola-Zapata, R., Bramante, C. M., Aprecio, R. M., Handysides, R., & Jaramillo, D. E. (2014). Biofilm removal by 6% sodium hypochlorite activated by different irrigation techniques. *International endodontic journal*, 47(7), 659-666.
- Mancini, M., Cerroni, L., Iorio, L., Armellin, E., Conte, G., & Cianconi, L. (2013). Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *Journal of endodontics*, 39(11), 1456-1460.

Elnaghy, A. M., Mandorah, A., & Elsaka, S. E. (2017). Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. *Odontology*, 105(2), 178-183.

Kato, A. S., Cunha, R. S., da Silveira Bueno, C. E., Pelegrine, R. A., Fontana, C. E., & de Martin, A. S. (2016). Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron microscopic study. *Journal of endodontics*, 42(4), 659-663.

Faria, G., Viola, K. S., Coaguila-Llerena, H., Oliveira, L. R. A., Leonardo, R. T., Aranda-García, A. J., & Guerreiro-Tanomaru, J. M. (2019). Penetration of sodium hypochlorite into root canal dentine: effect of surfactants, gel form and passive ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal*, 52(3), 385-392.

Alakshar, A., Saleh, A. R. M., & Gorduysus, M. O. (2020). Debris and smear layer removal from oval root canals comparing XP-Endo Finisher, EndoActivator, and manual irrigation: A SEM evaluation. *European Journal of Dentistry*, 14(04), 626-633.

Azimian, S., Bakhtiar, H., Azimi, S., & Esnaashari, E. (2019). In vitro effect of XP-Endo finisher on the amount of residual debris and smear layer on the root canal walls. *Dental research journal*, 16(3), 179.

Briano, A. X. D. L. C.T, de Melo Júnior, P. M. R., Travassos, R. M. C., & da Paz, E. S. L. (2021). Instrumentação com XP-Finisher como potencializador da desinfecção do sistema de canais radiculares–revisão integrativa. *Research, Society and Development*, 10(13), e152101320474-e152101320474.

Zand, V., Mokhtari, H., Reyhani, M. F., Nahavandizadeh, N., & Azimi, S. (2017). Smear layer removal evaluation of different protocol of Bio Race file and XP-endo Finisher file in corporation with EDTA 17% and NaOCl. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 9(11), e1310.

Oliveira, M. F., de Oliveira, Y. B. S. T., Magalhães, M. M., Magalhães, M. L. P., de Vasconcelos, B. C., & Viana, F. L. P. (2022). Tratamento endodôntico de pré-molares com três canais radiculares: série de casos clínicos. *Research, Society and Development*, 11(3), e25311326590-e25311326590.