

Cristiane Neves Néo

**Uso da irrigação ultrassônica passiva na otimização da desinfecção endodôntica:
revisão narrativa**

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde
Porto, 2022

Cristiane Neves Néo

**Uso da irrigação ultrassônica passiva na optimização da desinfeção endodôntica:
revisão narrativa**

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2022

Cristiane Neves Néo

**Uso da irrigação ultrassônica passiva na otimização da desinfecção endodôntica:
revisão narrativa**

“Trabalho apresentado à Universidade
Fernando Pessoa, como parte dos
requisitos para a obtenção do grau de
Mestre em Medicina Dentária”

Resumo

Os microrganismos desempenham um papel importante na patogênese das principais alterações pulpare e periapicais. O resultado do tratamento endodôntico de dentes contendo polpa necrosada e infectada depende do sucesso da desinfecção e do selamento adequado do sistema de canais radiculares. A ação mecânica associada à irrigação do canal radicular pode eliminar os microrganismos. No entanto, apesar dos recentes avanços nas técnicas e instrumentos de preparo, restos de dentina e microrganismos permanecem em várias áreas do canal radicular mesmo após a instrumentação. Isso se deve principalmente à complexidade da anatomia do sistema de canais radiculares. Portanto, o objetivo desta revisão de literatura foi perceber como pode a irrigação ultrassônica passiva (PUI) ser um complemento na desinfecção dos canais radiculares.

Palavras chave: *Tratamento endodôntico, irrigação, PUI, desinfecção.*

Abstract

Microorganisms play an important role in the pathogenesis of major pulpal and periapical changes. The outcome of endodontic treatment of teeth containing necrotic and infected pulp depends on the success of disinfection and adequate sealing of the root canal system. The mechanical action associated with root canal irrigation can eliminate microorganisms. However, despite recent advances in preparation techniques and instruments, remnants of dentin and microorganisms remain in many areas of the root canal even after instrumentation. This is mainly due to the complexity of the root canal system anatomy. Therefore, the objective of this literature review was to understand how passive ultrasonic irrigation (PUI) can be a complement in root canal disinfection.

Keywords: *Endodontic treatment, irrigants, PUI, disinfection.*

Dedicatória

À minha filha Luiza, por ser a minha luz e minha força.

Ao meu marido Elbasan, pelo apoio e incentivo.

À minha mãe, Maria José, pelos valores e ensinamentos transmitidos.

Agradecimentos

Primeiramente, a Deus por sempre me dar forças e iluminar meu caminho durante esta jornada.

À minha filha Luiza, minha luz, pela ausência das viagens e do pouco tempo juntas, obrigada por me entender e me encorajar, por ser a minha paz e o meu amor maior.

Ao meu marido Elbasan por todo apoio, paciência, incentivo, sem a sua ajuda nada seria possível, mais uma conquista nesta vida a dois.

À minha mãe, por todos os sacrifícios para possibilitar a minha formação, a minha gratidão e amor eternos.

À minha família pelo incentivo e toda ajuda para que a concretização deste trabalho fosse possível.

Agradeço aos meus companheiros de curso, por terem me acompanhado nesta jornada, pelo apoio e pela força.

Agradeço à minha orientadora, Mestre Alexandra Martins, pela disponibilidade em me acompanhar na realização deste trabalho em um tempo reduzido, pela preocupação, pelas opiniões/sugestões e críticas que me ajudaram na realização deste trabalho.

A todos os docentes e não docentes da Universidade Fernando Pessoa e a todas as pessoas que cruzaram o meu caminho, que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação.

A todos aqui mencionados, o meu muito obrigada.

“Caminhando e semeando, no fim terás o que colher.”
Cora Coralina.

Índice Geral

I. INTRODUÇÃO	01
1.1 Materiais e métodos	03
II. DESENVOLVIMENTO	04
2.1 Soluções irrigadoras	04
2.2 O ultrassom na endodontia e o surgimento da PUI	05
2.2.1 A PUI na remoção de <i>debris</i> dentinários e <i>smear layer</i>	06
2.2.2 A PUI na remoção do hidróxido de cálcio e material obturador.....	06
2.2.3 PUI na eliminação de microorganismos	07
2.2.4 Técnicas de Ativação	08
III. DISCUSSÃO	10
IV. CONCLUSÃO	15
V. REFERÊNCIAS	16

Índice de abreviaturas e siglas

SCR - Sistema de Canais Radiculares

NaOCl - Hipoclorito de sódio

EDTA- Acido etilenodiaminotetracético

CHX - Clorexidina

PUI - Irrigação Ultrassônica Passiva

MEC - Microscopia eletrônica de varredura

CT - Comprimento de Trabalho

Ca(OH)₂ - Hidróxido de cálcio

LPS - Lipopolissacarídeo

AHTD - *Accumulated Hard Tissus Debris*

RISA - Solução salina modificada

SS - Solução salina

CHXg - Associação de clorexidina gel

I. INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda o uso da irrigação ultrassônica passiva na otimização da desinfecção endodôntica. Para isso é necessário que entendamos primeiramente a finalidade do tratamento endodôntico.

O objetivo da endodontia é a limpeza, conformação e obturação do Sistema de canais radiculares (SCR) de maneira hermética e tridimensional (Cohen e Hargreaves, 2011).

A terapia endodôntica promove a remoção do tecido pulpar vital ou necrótico, microrganismos e seus produtos do SCR, utilizando-se de procedimentos que irão manter a saúde dos tecidos periapicais (Lopes e Siqueira, 2015)

O preparo químico-mecânico destina-se a limpar, desinfetar e moldar o canal radicular. Esta etapa é de extrema importância durante o tratamento de dentes infectados com periodontite apical, isso porque o resultado do tratamento depende da eficácia com que o clínico elimina as bactérias, seus produtos e o tecido necrótico que serviria como substrato para o crescimento bacteriano (Cohen e Hargreaves, 2011).

No entanto, curvaturas e variações anatômicas internas complexas do sistema de canais radiculares podem representar um alto grau de dificuldade para atingir esses objetivos (Cohen e Hargreaves, 2011). Em dentes infectados, por exemplo, as bactérias podem persistir não apenas em áreas de difícil acesso, como istmos, ramificações, túbulos dentinários e recessos de canais em forma de C (*C-Shaped*) ou ovais/achatados, mas também em áreas da parede do canal principal que permanecem intocadas por instrumentos. Se as bactérias resistirem a procedimentos químico-mecânicos, há um risco aumentado de periodontite apical pós-tratamento. Siqueira *et al.* (2018) estudou os motivos pelos quais algumas áreas permanecem despreparadas por instrumentos e forneceu estratégias para contornar este problema e melhorar o controle de infecção durante o tratamento endodôntico e no tratamento de dentes com periodontite apical, que abordaremos no seguimento deste trabalho.

Para que o sucesso do tratamento endodôntico seja alcançado, o preparo mecânico-químico do SCR necessita de um passo de extrema importância, o qual consiste na ação mecânica dos instrumentos e na ação química das soluções irrigadoras (Cohen e Hargreaves, 2011).

Outro ponto imprescindível para que a terapia endodôntica seja bem sucedida, é a chamada irrigação; nela, muitos agentes químicos têm sido usados como auxiliares no preparo do canal com o foco de lubrificação, dissolução da matéria orgânica e inorgânica, além de remover detritos e ter ação antimicrobiana (Lopes e Siqueira, 2015).

Devido à complexidade anatômica, a completa limpeza e desinfecção do SCR torna-se um desafio. O grande número de ramificações e irregularidades favorece a acumulação de *smear layer* e raspas de dentina podendo prejudicar a obturação do canal radicular (Siqueira e Rôças, 2008). Além disso, independente do sistema de instrumentação utilizado para o preparo mecânico do SCR, seja ele manual ou mecanizado, cerca de 35% ou mais da área de superfície dos canais radiculares permanece intocada após o preparo (Ricucci e Siqueira, 2013). Outro ponto, é que 30 a 60% das áreas radiculares continuam positivas para presença bacteriana após o preparo (Siqueira e Rôças, 2008), reforçando novamente a importância da irrigação para o sucesso do tratamento endodôntico.

Atualmente, a solução irrigadora mais utilizada é o hipoclorito de sódio (NaOCl) em diferentes concentrações por sua ação bactericida e solvente de matéria orgânica (células sanguíneas, restos de tecidos, colágenos). O uso do Acido etilenodiaminotetracético (EDTA) tem sido proposto devido à sua ação quelante, e por ser um auxiliar na remoção da porção inorgânica (principalmente raspas de dentinas) da *smear layer* (Cohen e Hargreaves, 2011).

Além da irrigação convencional que utiliza agulha e seringa, nos últimos anos outros métodos para irrigação e agitação do irrigante no canal radicular têm sido desenvolvidos, principalmente para a irrigação final (Cohen e Hargreaves, 2011). Um deles é a Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI), que utiliza um instrumento de pequeno calibre colocado e ativado ultrassonicamente no centro de um canal radicular previamente preparado para produzir ondas acústicas (Van der Sluis, 2010).

Atualmente, devido aos novos sistemas de instrumentação disponíveis no mercado, o tempo necessário para a formatação do canal radicular tornou-se reduzido e, com isso, a permanência da solução irrigadora no SCR também diminuiu (Lopes *et al.* 2004). Assim, a utilização da PUI como parte do protocolo do tratamento endodôntico poderia atuar como um potencial auxiliar no processo de limpeza e desinfecção dos canais radiculares, tendendo a elevar os índices de sucesso do tratamento (Van der Sluis, 2010).

A PUI ainda é considerada pouco conhecida e utilizada por clínicos e endodontistas no cotidiano, apesar de ser de extrema importância (Lopes e Siqueira, 2015). Por isso, o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão de literatura para estudar os efeitos da PUI na desinfecção e limpeza do SCR, algo que veremos mais abaixo.

1.1 Materiais e Métodos

Para a revisão bibliográfica foram utilizadas plataformas informáticas de pesquisa: *PubMed*, *Scielo*, *EBSCO*, *Elsevier*.

Utilizaram-se como palavras/expressões de pesquisa “*Endodontic treatment*”, “*irrigants*”, “*PUI*”, “*disinfection*”, combinados com o termo booleano AND.

Realizei a pesquisa de 2020 a 2022.

Na pesquisa realizada foram encontradas 142 publicações.

Como critérios de inclusão, foram selecionados artigos com textos disponíveis integralmente de forma *online* completa e gratuita para consulta em português e inglês, eliminando todas as que divergiram da temática em estudo.

Para além da pesquisa descrita, foram ainda consultados livros e monografias na área da Endodontia, com informações relevantes para o trabalho, tendo resultado num total de 32 trabalhos incluídos.

II. DESENVOLVIMENTO

2.1 Soluções irrigadoras

O preparo químico-mecânico do sistema de canais radiculares desempenha um papel importante no tratamento endodôntico, pois permite a limpeza, desinfecção e modelagem do canal radicular, seguindo-se posteriormente, obturações tridimensionais dos sistema de canais radiculares (Cohen e Hargreaves, 2011).

Vários estudos têm sido realizados para encontrar irrigantes com melhores propriedades, incluindo atividade antimicrobiana, baixa toxicidade ao tecido periapical, solubilidade e capacidade de dissolver matéria orgânica e inorgânica, lubrificar as paredes dos canais radiculares durante a manipulação dos instrumentos e auxiliar na limpeza das áreas onde os métodos de limpeza mecânica não podem ser utilizados (Eneide *et al.*, 2019; Matos *et al.*, 2019).

Os Irrigantes mais utilizados no tratamento endodôntico são o NaOCl e a Clorexidina (CHX), devido às suas propriedades antibacterianas, porém nenhum deles é eficaz na remoção da camada de *smear layer*; além disso, a CHX possui uma importante propriedade: a substantividade. Esta propriedade, conhecida como atividade antimicrobiana substancial, refere-se à ação antimicrobiana prolongada (Siqueira e Rôças, 2022).

Determinados irrigantes são usados para remover a *smear layer*, como o EDTA e o ácido cítrico (Lopes e Siqueira, 2015). Na Endodontia, o ácido cítrico é utilizado em concentrações que variam de 5 a 50%, sendo ele um ácido orgânico considerado fraco, que reage rapidamente com íons de cálcio, podendo desmineralizar a *smear layer*. Por outro lado, o EDTA na concentração de 15% a 17% é um irrigante intracanal quelante, e pode remover a *smear layer*, dissolvendo principalmente seus componentes inorgânicos (Matos *et al.*, 2019). O uso alternado de NaOCl e EDTA foi usado para remover materiais orgânicos e inorgânicos, respectivamente (Cohen e Hargreaves, 2010).

Ademais, combinações alternadas destes irrigantes têm se mostrado eficazes na remoção de restos pulpares dentro do SCR e na *smear layer*. Esses irrigantes podem penetrar em áreas mecanicamente inacessíveis e são essenciais no terço apical do canal radicular (Lopes e Siqueira, 2010).

Outra característica dos irrigantes como o NaOCl e EDTA, é a frequência de seu uso para a remoção do Hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) residual. A irrigação com NaOCl não ativada é considerada um método inadequado para remover Ca(OH)_2 do SCR devido à sua capacidade limitada de dissolução de materiais orgânicos (Lopes e Siqueira, 2015).

Para atingir todo o seu potencial, o NaOCl exige um tempo de trabalho adequado; no entanto, além do tempo de contacto, o modo de aplicação e a sua ativação pode levar à otimização das suas capacidades, melhorando a desinfecção e permitindo a sua penetração no SCR (Cohen e Hargreaves, 2011).

2.2 O ultrassom na endodontia e o surgimento da PUI

A PUI potencializa a ação de agentes químicos porque suas capacidades de cavitação e motilidade acabam levando ao deslocamento de detritos, o que impediria a ação do irrigante dentro dos túbulos dentinários. Esta técnica foi descrita pela primeira vez por Weller *et al.* (1980) e Ahmad *et al.* (1987) (*cit. in* Cohen e Hargreaves, 2011).

O mecanismo de ação da PUI é transmitir energia acústica para a ponta ultrassônica através de ondas ultrassônicas, e a ponta ultrassônica transmite essa energia e vibração para a solução irrigadora, causando fluxo acústico e cavitação no fluido de lavagem. Para fazer isso, a solução no canal radicular é movida vigorosamente. O efeito de cavitação ocorre com a formação de bolhas de ar na solução de irrigação, e a implosão das bolhas de ar promove aumentos de temperatura e pressão, fazendo com que as ondas de choque incidam na parede do canal radicular. Portanto, a solução irrigadora penetra mais facilmente no canal radicular e promove uma melhor limpeza (Van Der Sluis *et al.*, 2007).

No entanto, para que ocorra a cavitação e o fluxo acústico, o aparelho ultrassônico deve ter potência suficiente, além disso, deve haver um espaço livre mínimo entre as paredes do tubo para que não haja interferência na ponta do ultrassom. Em outras palavras, se não houver espaço suficiente para a ponta do ultrassom funcionar, ocorre interferência, afetando a limpeza e, assim, reduzindo a eficiência do procedimento da PUI (Cohen e Hargreaves, 2011).

Ademais, devido às características anatômicas dos canais radiculares, a ativação ultrassônica é menos efetiva no terço apical quando comparado ao terço cervical (Cohen e Hargreaves, 2011).

2.2.1 A PUI na remoção de *debris* dentinários e *smear layer*

A *smear layer* é uma barreira física, resultante da instrumentação mecânica do SCR. Podemos dizer que ela é uma camada não homogênea, irregular e amorfa aderida às paredes do canal, com uma espessura de cerca de 1–2 μm , capaz de penetrar nos túbulos dentinários a uma profundidade entre 40 μm a 50 μm (*smear plugs*). Ela inclui restos de dentina e material orgânico, como restos vitais ou necróticos do tecido pulpar, substâncias inorgânicas, fragmentos de processos odontoblásticos, detritos necróticos e microrganismos e seus produtos metabólicos (Cohen e Hargreaves, 2011)

Desse modo, a *smear layer* pode diminuir a permeabilidade da dentina e impedir a penetração de medicamentos intracanales e cimentos endodônticos nos túbulos dentinários, além de aumentar a microinfiltração bacteriana e diminuir a resistência de união dos materiais obturadores (Koçak *et al.*, 2016; Bueno *et al.*, 2019).

Assim, a presença da *smear layer* dificulta a ação das soluções irrigadoras de remover e penetrar na dentina infectada, para atingir as bactérias (Koçak *et al.*, 2019). Para isto acontecer, a irrigação com soluções quelantes é fundamental, pois favorecem um desbridamento e desinfecção completos do SCR, possibilitando uma melhor interface e adaptação entre o material obturador e as paredes do canal, aumentando o sucesso da obturação (Bueno *et al.*, 2019).

2.2.2 A PUI na remoção do hidróxido de cálcio e material obturador

Durante o retratamento endodôntico, todo material obturador pré-existente deve ser completamente removido, pois pode conter microrganismos que interferem na distribuição eficaz do fluido de irrigação e impedem a adaptação da nova obturação, assim, Shakapuram *et al.* (2021) avaliaram a eficácia da PUI na remoção do material obturador durante o retratamento do canal radicular mesial de molares inferiores. Os dentes foram previamente obturados com cones de guta-percha e cimento na técnica de compactação vertical. Esses dentes foram submetidos a 3 etapas consecutivas de remoção do material obturador.

Os resultados mostraram que não foi possível remover todo o material obturador, porém o emprego da PUI melhoraram essa remoção quando se compara com o método mecânico (Shakapuram *et al.*, 2021). O uso do $(\text{Ca}(\text{OH})_2)$ como medicação intracanal tem sido recomendado principalmente em canais necrosados com lesão perirradicular (Virdee *et al.*,

2020), por ser um potente antimicrobiano, solvente de tecidos e por degradar lipopolissacarídeos (Sjögren *et al.*, 1991;). Dessa forma, a sua completa remoção antes dos procedimentos de obturação é de fundamental importância, tendo em vista que o Ca(OH)_2 remanescente influencia na adesão do cimento obturador à dentina e também dificulta a sua penetração nos túbulos dentinários, além de reagir quimicamente com o cimento afetando o selamento hermético da obturação (Virdee *et al.*, 2020).

Contudo, apesar do que foi citado acima, essa remoção pode ser considerada um desafio; isso porque ele pode se acumular nas irregularidades e ramificações do SCR, que são áreas inacessíveis aos procedimentos de irrigação convencional (Cohen e Hargreaves, 2011).

2.2.3 A PUI na eliminação de microorganismos

A PUI tem se sobressaído em estudos da odontologia, por proporcionar um aumento da eficiência das soluções irrigantes na remoção de microorganismos, camadas de esfregaço e também de detritos, sobretudo em áreas de grande dificuldade de acesso devido a complexidades anatômicas (Siqueira e Rôças, 2022).

De acordo com Siqueira e Rôças (2018), esses microorganismos são classificados como os principais responsáveis pelas lesões nos canais radiculares; desta forma, o tratamento endodôntico atua na erradicação de tais bactérias e produtos, e conseqüentemente, em sua reparação, muito embora algumas bactérias sejam mais resistentes a esse tipo de tratamento.

A microbiota endodôntica é altamente variável, mas existe uma forte correlação entre bactérias gram-negativas, endotoxina ou lipopolissacarídeo (LPS) e periodontite apical em dentes sem tratamento prévio (infecção primária) (Siqueira e Rôças, 2022).

O LPS, um dos principais fatores de virulência das bactérias gram-negativas, está relacionado com a inflamação periapical, dor espontânea, dor à percussão, reabsorção óssea (Siqueira e Rôças, 2018). Isso quer dizer que nossos esforços não devem se resumir apenas em eliminar as bactérias, para além disso, devemos reduzir o LPS que possa ter sido liberado no canal; assim, (Herrera *et al.*, 2016) observou que a ativação ultrassônica do EDTA reduziu os níveis de LPS significativamente.

Ricucci e Siqueira (2013) descrevem um caso em que os sinais e sintomas persistiram apesar do tratamento endodôntico seguindo altos padrões para caracterizar uma falha de curto

prazo. Os autores puderam concluir que a causa da falha de curto prazo foi um biofilme bacteriano exuberante colonizando um canal lateral no segmento apical da raiz.

Este relato de caso destaca um dos principais problemas da terapia endodôntica moderna; bactérias localizadas em áreas distantes do canal radicular principal podem permanecer inalteradas pelos procedimentos de tratamento e manter a doença. O desafio para pesquisadores e clínicos que surge desse problema é desenvolver estratégias, instrumentos ou substâncias que possam atingir essas áreas e conseguir uma redução suficiente na carga biológica infecciosa para permitir uma cura periradicular previsível (Ricucci e Siqueira, 2013).

Em sua pesquisa, Pereira *et al.* (2021), mostrou que a ativação ultrassônica foi eficaz na remoção de biofilme em áreas com pequenas superfícies de contato entre a solução irrigadora e o biofilme, como canais laterais. Foram realizadas experiências utilizando um protocolo de irrigação em duas fases. Fase 1: uma solução salina modificada (RISA) e NaOCl foram utilizadas a um baixo fluxo para avaliar a ação química dos irrigantes. A ativação ultrassônica (US) de uma solução quimicamente inerte (tampão) foi utilizada para avaliar a eficácia mecânica da irrigação.

Dentro das limitações deste estudo, pode-se observar o efeito mecânico da irrigação por seringa em movimentos de baixo e grande fluxo era importante para a remoção do biofilme. O efeito mecânico do fluxo lateral gerado pelo ultrassom foi eficaz quando a superfície de contato biofilme-irrigante era pequena (canais laterais artificiais). O efeito mecânico do ultrassom na remoção do biofilme de uma estrutura de istmo artificial não foi mais eficaz do que a irrigação por seringa com um baixo fluxo (Pereira *et al.*, 2021).

Após a irrigação com NaOCl, uma quantidade significativamente menor de bactérias viáveis estava presente nos túbulos dentinários. Após os diferentes procedimentos de irrigação, bactérias e/ou biofilme permaneceram nos túbulos dentinários mostrando a sua capacidade de sobrevivência após um período de 5 dias nos canais radiculares sem nutrição extra. Tanto o RISA como o NaOCl pareciam induzir alterações no biofilme restante que dificultam a remoção do biofilme (Pereira *et al.*, 2021).

2.2.4 Técnicas de Ativação

As técnicas de ativação foram desenvolvidas para melhorar o efeito dos irrigantes (Rico-Romano *et al.*, 2016). Durante a irrigação, as técnicas e os sistemas de irrigação devem ser capazes de limpar áreas que não podem ser alcançadas por instrumentos mecânicos e ser capazes de fornecer o irrigante ao longo de todo o comprimento do SCR, especialmente no terço apical (Lopes e Siqueira, 2015).

Portanto, para aumentar o fluxo, a distribuição e a eficácia do agente de lavagem no SCR, diferentes técnicas e sistemas de distribuição foram propostos (Eneide *et al.*, 2019). A PUI usa uma lima de aço inoxidável ativada por ultrassom e pode ser usada para irrigação contínua ou intermitente. (Koçak *et al.*, 2016). O termo passivo refere-se ao fato de que nenhuma tentativa é feita para instrumentar, alisar ou tocar as paredes do SCR (Jensen *et al.*, 1999).

A irrigação ultrassônica pode ser realizada concomitantemente com a instrumentação, em que o instrumento é colocado intencionalmente em contacto com as paredes do SCR, sendo esta técnica especialmente empregue no caso de calcificações canulares, ou apenas recorrendo à PUI (Van Der Sluis, 2007).

A PUI apresenta-se como um método não cortante, em que a energia acústica gerada pelo instrumento é transmitida ao longo do SCR para a solução irrigante dando origem a fenómenos de condução acústica e de cavitação no irrigante, o que facilita a sua penetração no terço apical do SCR, permitindo, então, uma remoção de *smear layer* mais eficaz. (Ahmad *et al.*, 1987; Van Der Sluis *et al.*, 2007; Cohen e Hargreaves, 2011; Lopes e Siqueira, 2015).

A ativação ultrassônica é menos eficaz na região apical do que na região cervical, pois necessita da oscilação da ponta do instrumento (Aldeen *et al.*, 2018). Vivian (*et al.*, 2016) observaram que uma agitação dinâmica, movimentando a ponta do ultrassom no longo eixo do dente, promoveu resultados bem satisfatórios. Quando a PUI é utilizada em canais radiculares curvos, pode haver contato da lima ou da ponta ultrassônica com a parede dentinária, o que diminui a sua energia (Eneide *et al.*, 2019), podendo também haver remoção não intencional/descontrolada da dentina (Rodig *et al.*, 2019). A ponta Irrisafe® (Satelec/Acteon Group, Bordeaux, França) é uma ponta utilizada na PUI. Pode ter diâmetro ISSO #20 ou ISSO #25 comprimentos de 21 ou 25 mm, o que nos permite selecionar a ponta que melhor se adapta ao nosso SCR.

III. DISCUSSÃO

O preparo químico-mecânico do SCR visa deixá-lo apto para os procedimentos subsequentes de obturação (Cohen e Hargreaves, 2011). O objetivo consiste em tornar o canal radicular o mais limpo possível para que haja um selamento adequado prevenindo assim a sobrevivência de microrganismos, reinfecção e reações inflamatórias no hospedeiro (Lopes e Siqueira, 2015). Porém, o SCR é altamente complexo, prejudicando os procedimentos de limpeza e desinfecção (Lopes e Siqueira, 2015).

Atualmente na endodontia, usamos o termo “*Shaping for cleaning*”, significa que vamos instrumentar o canal para que a solução irrigadora possa ter o maior efeito nas zonas não tocadas pelos instrumentos, para melhorar essa irrigação, para que possa atingir mais áreas do SCR (Lopes e Siqueira, 2015).

As soluções irrigadoras são utilizadas para auxiliar na limpeza e desinfecção desse ambiente tão complexo. O emprego das soluções irrigadoras tem por objetivo remover: tecido pulpar, microrganismos, *smear layer*, *debris*, neutralizar endotoxinas e lubrificar as paredes dos canais, além de realizar a desinfecção em áreas inacessíveis aos instrumentos (Lopes e Siqueira, 2015).

A presença de istmos, deltas apicais, canais acessórios, irregularidades anatômicas e até mesmo nos tubulos dentinarios podem conter *debris*, tecido pulpar necrótico, microrganismos e seus produtos que irão contribuir para a persistência de periodontites apicais (Ricucci e Siqueira, 2013). A persistência bacteriana em áreas não tocadas pelos instrumentos endodônticos, devido à complexidade anatômica do sistema de canais radiculares (Siqueira *et al.*, 2013).

Em um estudo de Gregorio *et al.* (2009) foram avaliados a penetração de NaOCl e EDTA em canais laterais simulados após ativação sônica e ultrassônica, tendo como resultado, uma melhor irrigação de canais laterais do que irrigação convencional. Na irrigação convencional, muitas vezes o irrigante não chegou no terço apical devido à formação de bolhas (*vapor lock*).

Hasna *et al.* (2020) concluíram que o hipoclorito de sódio é a melhor opção devido a sua eficaz ação antimicrobiana e solvente de matéria orgânica e que uma maior concentração leva a uma potencialização dessas propriedades.

Em relação à penetração do NaOCl nos túbulos dentinários, Shakapuram *et al.* (2021) observaram que o aumento na concentração não influenciou nos resultados, ao contrário do tempo de exposição. Maiores temperaturas apenas potencializaram os efeitos antimicrobianos e de dissolução de tecido orgânico.

Diversas técnicas e dispositivos para irrigação têm sido desenvolvidos para melhorar a limpeza e desinfecção do SCR. Dentre elas, a Irrigação Ultrassônica Passiva tem sido descrita como uma excelente auxiliar no processo de irrigação final (Barbosa *et al.*, 2021; Shakapuram *et al.*, 2021; Orłowski *et al.*, 2020; Priya *et al.*, 2022; Kluge *et al.*, 2022; Herrera *et al.*, 2017; Da Silva *et al.*, 2019; De Gregorio *et al.*, 2009; Hartmann *et al.*, 2019; Galvan Pacheco *et al.*, 2020; Tetas *et al.*, 2022).

Em um estudo de Van der Sluis *et al.* (2010), no grupo de dentes submetidos à PUI houve uma maior remoção de *debris* dentinários, principalmente quando o NaOCl foi utilizado. Além disso, os melhores resultados foram obtidos quando três ciclos de renovação/ativação da solução irrigadora foram realizados, sugerindo um efeito cumulativo.

Esses resultados estão de acordo com os de Tetas *et al.*, (2022), no qual obteve-se maior remoção de *debris* nos grupos em que a PUI foi usada, porém o tipo de solução utilizada não influenciou nos resultados. A utilização de NaOCl seguida de EDTA e PUI gerou uma maior remoção de raspas de dentina se comparadas com a irrigação com agulha e seringa, embora não tenha sido possível sua completa remoção (Orłowski *et al.*, 2020).

Quando se compara a eficácia da PUI e da agitação manual na remoção de *smear layer*, Moreira *et al.* (2019) mostraram que as duas técnicas foram igualmente eficazes e defenderam o uso da agitação manual por ser um método mais seguro, simples e de menor custo. Em contrapartida, obtiveram melhores resultados nos grupos em que a PUI foi utilizada, além de obter um maior número de túbulos dentinários abertos no terço apical.

O NaOCl é o irrigante endodôntico mais comum. Abu-Hasna *et al.* (2020) avaliaram o efeito da solução de NaOCl (2,5%) e gel (3%) com e sem a PUI em *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* e suas endotoxinas, LPS e ácido proteico e puderam observar que a PUI melhora a ação do NaOCl (gel ou solução) sobre *Enterococcus faecalis* e *Escherichia coli* e suas endotoxinas.

Os achados do estudo de Barbosa *et al.* (2021) reforçam o conceito que a PUI pode aumentar a remoção de resíduos e melhorar a limpeza dos canais radiculares no tratamento endodôntico.

A extrusão de *debris* em direção apical pode ser observada quando associamos a irrigação ultrassônica passiva a diversos irrigantes. Arruda Vasconcelos *et al.* (2019) concluíram que a associação de clorexidina gel (CHXg) a 2% com Solução salina (SS), comparados às demais soluções irrigantes (NaOCl 6%, CHX a 2% e SS), e que a associadas de PUI não preveniu completamente a extrusão apical de *debris*, entretanto reduziu a extrusão significativamente.

Orlowski *et al.* (2020) avaliaram o efeito da PUI do EDTA solução seguido de irrigação convencional com 2 concentrações de NaOCl para remoção da *smear layer*. Os autores puderam concluir que a ativação PUI do irrigante EDTA é necessária quando o debridamento do canal realizado com EDTA é uma concentração mais baixa.

Avaliar a segurança e eficácia da PUI em canais radiculares curvos, a capacidade de limpeza de detritos e a quantidade de transporte do canal radicular, foi o objetivo do estudo de Priya *et al.* (2022). Os pesquisadores chegaram à conclusão que em canais radiculares com comprimento curvo maior, a PUI combinada com uma lima pré-curvada pode obter um melhor efeito de limpeza, enquanto em canais radiculares com comprimento curvo menor tanto a lima K quanto a lima pré-curvada com PUI são seguras e eficazes.

A persistência de microrganismos patogênicos nos canais radiculares é a razão mais comum para o insucesso do tratamento endodôntico e a necessidade de um tratamento prévio à obturação radicular, o que resulta em prognóstico incerto devido à complexidade técnica e à variedade de microrganismos altamente adaptáveis (Siqueira e Rôças, 2022).

Kluge *et al.* (2022) estudaram o efeito da PUI sobre o resultado da análise microbiana de dentes com canais tratados com inflamação apical persistente ou recorrente *in vivo*. Eneide *et al.* (2019) fizeram um estudo parecido, comparando a PUI com a irrigação manual com seringa para revisar sistematicamente as evidências sobre a limpeza e desinfecção dos canais radiculares e a cicatrização da periodontite apical, quando a ativação do irrigante ultrassônico é aplicada durante o tratamento endodôntico primário de dentes permanentes maduros.

Nesse estudo, comparou-se a eficácia antimicrobiana de EDTA e ácido peracético a 0,5% com agitação manual ou PUI em um modelo de biofilme de *Enterococcus faecalis* (Hartmann *et al.*, 2019) e não foram encontradas diferenças ao comparar a agitação manual e PUI dentro da mesma solução. No entanto, a PUI foi associada a classificações médias de níveis mais baixos de contaminação.

Noutro estudo realizado por Galvan-Pacheco *et al.* (2020) procurou-se avaliar a eliminação de biofilme usando o anel ultrassônico HBW®, baseado em irrigação ultrassônica passiva; 45 pré-molares com curvaturas complexas foram incluídos. O biofilme de *Enterococcus faecalis* foi estabelecido por 30 dias em dentes extraídos. O HBW® (um modelo de ponta ultrassônica) promoveu uma maior redução da carga bacteriana em relação a irrigação convencional ($P < 0,05$) e uma redução semelhante em comparação com a irrigação ultrassônica passiva ($P > 0,05$).

A irrigação final com QMIX® (um modelo de ponta ultrassônica) associada a agitação manual (MA) ou PUI, apresentou eficácia antibacteriana superior em relação ao EDTA, eliminando 100% das cepas *Escherichia coli* e *Enterococcus faecalis*. Além disso, a associação QMIX® e PUI reduziu 97,61% do conteúdo inicial de LPS. (Matos *et al.*, 2019); (Herrera *et al.*, 2017).

Da Silva *et al.* (2019) fizeram um trabalho onde avaliaram o grau de penetração do cimento obturador em canais laterais artificiais. A PUI com EDTA por 60 segundos conseguiu obter um resultado significativo sobre o grau de penetração do cimento obturador ($P < 0,05$) a 7 milímetros do ápice. Portanto, a PUI do EDTA no tempo de 60 segundos promoveu maior grau de penetração do cimento obturador dos canais laterais artificiais.

O ultrassom pode compactar partículas de detritos lateralmente contra as paredes do canal radicular, e mesmo podem criar uma nova *smear layer* devido às marcas de desgaste deixadas pelo instrumento na dentina das paredes do canal radicular (Roitman *et al.*, 2021). Deve-se levar em consideração a amplitude de oscilação do instrumento, tempo de aplicação, volume e concentração do irrigante (Roitman *et al.*, 2021).

As unidades ultrassônicas para uso endodôntico geralmente oscilam em frequências que variam de 25 a 30kHz. A ativação ultrassônica de soluções irrigantes é outra abordagem complementar amplamente utilizada. Os principais efeitos do ultrassom resultam dos fenômenos de cavitação e fluxo acústico e possivelmente aquecimento do irrigante. Os

efeitos ultrassônicos podem afetar e desorganizar os biofilmes bacterianos e remover as células bacterianas dos canais (Alves *et al.*, 2022). Além disso, a cavitação pode enfraquecer as membranas bacterianas e potencializar a eficácia antimicrobiana do NaOCl (Alves *et al.*, 2022).

Os fenômenos de fluxo acústico e cavitação são dependentes do deslocamento livre do instrumento ativado por ultrassom. Muitos estudos (Silva *et al.*, 2019; Carvalho *et al.*, 2020) abordaram os efeitos do ultrassom na melhoria da desinfecção por NaOCl após a preparação, e os resultados são conflitantes. Ultrassom também foram usados para melhorar a remoção do material obturador durante o retratamento e estudos mostraram melhora significativa. Por exemplo, um estudo revelou que a irrigação ultrassônica passiva reduziu, em média, 43% do volume do material obturador remanescente (Silveira *et al.*, 2018). No entanto, outros estudos não mostraram melhora significativa.

Fazer uma agitação passiva sem corte, sem espira de corte, é mais seguro, no entanto pode-se constatar que mesmo a ponta de ultrassom sendo lisa ela acaba gerando ali no canal a formação de *debris* porque ele toca nas paredes do canal radicular, e pode cortar também (Retsas *et al.*, 2022). Por isso, eles recomendam o uso da lima K por ser mais eficiente que a ponta ultrassônica lisa, na limpeza, para remoção do biofilme.

Não adianta fazer somente uma ativação, temos que fazer 3 ativações com o ultrassom, curtas, de 10 a 20 segundos, porque a maior remoção do biofilme é no começo da ativação, na fase de arranque, quando ativamos o ultrassom, pois ele dá uma maior ampliação de oscilação que é mais eficaz na limpeza nesses primeiros segundos. (Retsas *et al.*, 2022). Os autores preconizam o protocolo de fazer 3 ativações curtas, de 10 ou 20 segundos, parar para renovar solução e refazer no total de 3 vezes.

IV. CONCLUSÃO

Após a leitura e revisão realizadas neste trabalho, foi visto que a ativação da solução irrigadora permite uma melhor desinfecção e maior atividade antimicrobiana no sistema de canais radiculares, resultando em maior fluxo e melhor distribuição do agente irrigador.

A ativação ultrassônica é particularmente vantajosa: nas soluções irrigantes para redução/eliminação efetiva de *Enterococcus faecalis*, redução/remoção de *smear layer* e detritos, remoção de Ca(OH)₂, aumento da eficácia de NaOCl, e cimento resinoso endodôntico nos túbulos dentinários, penetração e melhora na força de adesão.

No entanto, como os protocolos utilizados variam muito, é impossível dizer qual técnica é mais eficaz.

Portanto, ao fim deste trabalho, conclui-se que são necessários mais estudos e uso de protocolos semelhantes para a obtenção de resultados comparáveis.

Sua inclusão no protocolo do tratamento deve ser considerada na tentativa de elevar as taxas de sucesso da terapia endodôntica.

V. REFERÊNCIAS

- Arruda-Vasconcelos, R., Barbosa-Ribeiro, M., Louzada, L. M., Mantovani, G. D., & Gomes, B. P. (2019). Apically extruded debris using passive ultrasonic irrigation associated with different root canal irrigants. *Brazilian dental journal*, 30, 363-367.
- Baechtold, M., da Cunha, L., Souza, E., Gabardo, M., de Oliveira, K., Baratto-Filho, F., & Leonardi, D. (2018). Effect of Endodontic Irrigation Protocols on Crown Fracture Resistance. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 19(7), 768-772.
- Barbosa, A. F. A., Lima, C. O. D., Sassone, L. M., Fares, R. D., Fidalgo, T. K. D. S., & Silva, E. J. N. L. (2021). Effect of passive ultrasonic irrigation on hard tissue debris removal: a systematic review and meta-analysis. *Brazilian Oral Research*, 35.
- Benetti, C. V., Panho, N., & Rafagnin, G. D. (2018). Strategies to optimize the removal of smear layer from the root canal system. *Rev. Bras. Odontol*, 75, e1314.
- Carvalho, A. P., Nardello, L. C., Fernandes, F. S., Bruno, F. P., Paz, L. R., Iglecias, E. F., ... & Pinheiro, E. T. (2020). Effects of contemporary irrigant activation schemes and subsequent placement of an interim dressing on bacterial presence and activity in root canals associated with asymptomatic apical periodontitis. *Journal of clinical medicine*, 9(3), 854.
- Cohen, S.; Hargreaves, K.M. (2011). *Caminhos da Polpa*. Elsevier. 10 ed.928p. 535- 640
- Eneide, C., Castagnola, R., Martini, C., Grande, N. M., Bugli, F., Patini, R., ... & Marigo, L. (2019). Antibiofilm activity of three different irrigation techniques: An in vitro study. *Antibiotics*, 8(3), 112.
- Galván-Pacheco, J., Vitales-Noyola, M., González-Amaro, A. M., Bujanda-Wong, H., Aragón-Piña, A., Méndez-González, V., & Pozos-Guillén, A. (2020). Evaluation of in vitro biofilm elimination of *Enterococcus faecalis* using a continuous ultrasonic irrigation device. *Journal of Oral Science*, 19-0399.
- Hasna, A. A., Da Silva, L. P., Pelegrini, F. C., Ferreira, C. L. R., de Oliveira, L. D., & Carvalho, C. A. T. (2020). Effect of sodium hypochlorite solution and gel with/without passive ultrasonic irrigation on *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* and their endotoxins. *F1000Research*, 9.
- Herrera, D. R., Martinho, F. C., de-Jesus-Soares, A., Zaia, A. A., Ferraz, C. C. R., Almeida, J. F. A., & Gomes, B. P. F. A. (2017). Clinical efficacy of EDTA ultrasonic activation in the reduction of endotoxins and cultivable bacteria. *International endodontic journal*, 50(10), 933-940.
- Kluge, M., Trüschler, J., Elamin, F., Anderson, A., Hellwig, E., Altenburger, M., ... & Al-Ahmad, A. (2022). Improving the microbial sampling and analysis of secondary infected root canals by passive ultrasonic irrigation. *Clinical Oral Investigations*, 1-12.
- Li, Q., Zhang, Q., Zou, X., & Yue, L. (2020). Evaluation of four final irrigation protocols for cleaning root canal walls. *International Journal of Oral Science*, 12(1), 1-6.
- Lopes, H.P.; Siqueira Júnior, J.F. (2015) *Endodontia: biologia e técnica*. 3. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 886-950.
- Marques, A. C., Aguiar, B. A., Frota, L. M., Guimarães, B. M., Vivacqua-Gomes, N., Vivan, R. R., ... & de Vasconcelos, B. C. (2018). Evaluation of Influence of Widening Apical Preparation of Root Canals on Efficiency of Ethylenediaminetetraacetic Acid Agitation Protocols: Study by Scanning Electron Microscopy. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 19(9), 1087-1094.
- Matos, F. D. S., Khoury, R. D., Carvalho, C. A. T., Martinho, F. C., Bresciani, E., & Valera, M. C. (2019). Effect of EDTA and QMIX ultrasonic activation on the reduction of microorganisms and endotoxins in ex vivo human root canals. *Brazilian dental journal*, 30, 220-226.

- N Macedo, L. M. D. D., Silva-Sousa, Y. T. C., Olivato Junior, O., Baltazar, A. F., & Rached-Junior, F. J. A. (2021). Different biomechanical preparation protocols on the penetration and bond strength of the filling material to dentin. *Brazilian Dental Journal*, 32, 12-22.
- Paiva, S. S., Siqueira Jr, J. F., Rôças, I. N., Carmo, F. L., Leite, D. C., Ferreira, D. C., ... & Rosado, A. S. (2013). Molecular microbiological evaluation of passive ultrasonic activation as a supplementary disinfecting step: a clinical study. *Journal of endodontics*, 39(2), 190-194.
- Pereira, T. C., Dijkstra, R. J. B., Petridis, X., Sharma, P. K., van de Meer, W. J., van der Sluis, L. W. M., & de Andrade, F. B. (2021). Chemical and mechanical influence of root canal irrigation on biofilm removal from lateral morphological features of simulated root canals, dentine discs and dentinal tubules. *International Endodontic Journal*, 54(1), 112-129.
- Retsas, A., Dijkstra, R. J., van der Sluis, L., & Boutsoukis, C. (2022). The effect of the ultrasonic irrigant activation protocol on the removal of a dual-species biofilm from artificial lateral canals. *Journal of endodontics*, 48(6), 775-780.
- Roitman, M. L., Pinasco, L. B., Loiacono, R., Panetta, V. C., Anaise, C. A., & Rodríguez, P. A. (2021). Efficacy of different instruments for the mechanical removal of the smear layer in immediate post preparations: a comparative study. *Acta odontologica latinoamericana: AOL*, 34(1), 166-172.
- Rosatto, C. M. P. D., Ferraz, D. C., Oliveira, L. V., Soares, P. B. F., Soares, C. J., Tanomaru Filho, M., & Moura, C. C. G. (2021). Effect of irrigation protocols on root canal wall after post preparation: a micro-CT and microhardness study. *Brazilian Oral Research*, 35.
- Silva, E.; Rover, G.; Belladonna, F.G.; Herrera, D.R.; De-Deus, G.; da Silva Fidalgo, T.K. Effectiveness of passive ultrasonic irrigation on periapical healing and root canal disinfection: A systematic review. *Br. Dent. J.* 2019, 227, 228–234
- Silveira, S.B.; Alves, F.R.F.; Marceliano-Alves, M.F.; Sousa, J.C.N.; Vieira, V.T.L.; Siqueira, J.F., Jr.; Lopes, H.P.; Provenzano, J.C. Removal of Root Canal Fillings in Curved Canals Using Either Mani GPR or HyFlex NT Followed by Passive Ultrasonic Irrigation. *J. Endod.* 2018, 44, 299–303.e291.
- Siqueira Jr, J. F., & Rôças, I. N. (2008). Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *Journal of endodontics*, 34(11), 1291-1301.
- Siqueira Jr, J. F., & Rôças, I. N. (Eds.). (2022). *Treatment of endodontic infections*. Quintessenz Verlag.
- Siqueira Jr, J. F., Rôças, I. N., Marceliano-Alves, M. F., Pérez, A. R., Ricucci, D. (2018). Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Brazilian Oral Research*, 65
- Van Der Sluis, L. W. M., Vogels, M. P. J. M., Verhaagen, B., Macedo, R., & Wesselink, P. R. (2010). Study on the influence of refreshment/activation cycles and irrigants on mechanical cleaning efficiency during ultrasonic activation of the irrigant. *Journal of endodontics*, 36(4), 737-740.
- Virdee, S. S., Farnell, D. J. J., Silva, M. A., Camilleri, J., Cooper, P. R., & Tomson, P. L. (2020). The influence of irrigant activation, concentration and contact time on sodium hypochlorite penetration into root dentine: an ex vivo experiment. *International Endodontic Journal*, 53(7), 986-997.