

GABRIEL PELC GIANESE COLAÇO

**A EFICÁCIA DA PUI COMO TÉCNICA DE ATIVAÇÃO DA SOLUÇÃO  
IRRIGADORA**

SANTOS

2021

GABRIEL PELC GIANESE COLAÇO

**A EFICÁCIA DA PUI COMO TÉCNICA DE ATIVAÇÃO DA SOLUÇÃO  
IRRIGADORA**

Monografia apresentada a  
Associação Brasileira de  
Odontologia – Regional  
Baixada Santista, como  
requisito para obtenção do título  
de Especialista em Endodontia.

Orientador (a): Prof.<sup>a</sup> Luciana  
Magrin Blank Gonçalves

SANTOS  
2021

Apresentação da monografia em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ ao Curso de  
Especialização em Endodontia – ABO/Baixada Santista.

---

Coordenadora: Prof<sup>a</sup>. Luciana Magrin Blank Gonçalves

---

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Luciana Magrin Blank Gonçalves

---

Prof. Luiz Antônio Bichels Sapia

## **BANCA EXAMINADORA**

**Profa. Dra Luciana Magrin Blank Gonçalves** (Orientadora)

Associação Brasileira de Odontologia

ABO – Santos

**Prof. Dr. Luiz Antonio Bichels Sapia**

Associação Brasileira de Odontologia

ABO – Santos

**Prof. Rogério Hadid Rosa**

Associação Brasileira de Odontologia

ABO – Santos

**Santos, 19 de maio de 2021.**

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado e me apoiaram durante as mudanças da vida, sempre buscando me amparar e confortar quando precisei.

À minha noiva, que é a minha companheira de todos os momentos e meu canto seguro para ser feliz, com quem tudo fica mais leve. Eu nunca chegaria onde estou se não fosse por você!

À toda a minha família, que nunca duvidou do meu potencial e sabe que vou longe, obrigado por estarem sempre comigo e me amarem incondicionalmente.

## RESUMO

Nesta revisão de literatura utilizando 20 artigos como base, a irrigação ultrassônica passiva é validada como uma técnica viável de ativação da solução irrigadora, com altos níveis de limpeza e desinfecção e, em diversos casos, superior às demais técnicas modernas.

Palavras-Chave: Irrigação Ultrassônica Passiva, Remoção de debris, Desinfecção

## ABSTRACT

In this literature review studying 20 articles, the passive ultrasonic irrigation technique is validated as a viable method of irrigation solution activation, having high rates of cleaning and disinfection of the root canal system, superior to other modern techniques in many cases.

Key words: Passive Ultrasonic Irrigation, Debris removal, Disinfection

## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	10
2.PROPOSIÇÃO.....	11
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	12
4. DISCUSSÃO.....	22
4.1 Limpeza: remoção de tecido orgânico e inorgânico.....	22
4.2 Desinfecção do canal.....	24
4.3 Ação em canais curvos, largou ou ovais.....	25
4.4 Soluções irrigadoras e protocolos de ativação.....	27
4.5 Comparação a outras técnicas.....	28
4.6 Efeitos no vapor lock.....	29
5. CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS.....	32

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

EDTA = ácido etileno diamino tetracético

NaOCl = hipoclorito de sódio

mm = milímetro

CHX = gluconato de clorexidina

PUI = Irrigação Ultrassônica Passiva

CRT = Comprimento real de trabalho

G = Grupo

PAP = Pressão apical positiva

## 1. INTRODUÇÃO

A procura dos endodontistas por melhores níveis de limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares tem nos levado a novas técnicas e protocolos de irrigação cada vez mais completos. Esta necessidade se dá pelo fato de que quanto melhor for realizada essa limpeza e menor for o limiar bacteriano na conclusão do processo endodôntico, maior a taxa de sucesso e longevidade do tratamento. Ao longo do tempo, foi observado que a irrigação com seringa e agulha convencional, apesar de eficaz, poderia ser ainda melhor. Isto se dá pelo fato deste tipo de irrigação não promover uma remoção de smear layer e debris tão completa quanto outros métodos, principalmente por não alcançar os canalículos, terços apicais e outros complexos anatômicos com eficácia, podendo levar a insucessos. Com o surgimento da Irrigação Ultrassônica Passiva (referida pela sigla do termo em inglês: PUI - Passive Ultrasonic Irrigation), diversos estudos têm acompanhado a eficácia e viabilidade da técnica em diversos contextos e protocolos, a fim de estabelecer o melhor padrão de qualidade na limpeza e desinfecção dos condutos. É inevitável também a comparação com outros protocolos e técnicas de irrigação, que também vieram para auxiliar neste processo. Apesar de não substituírem completamente a irrigação convencional durante todo o tratamento, estes protocolos de ativação da solução irrigadora têm se provado importantes auxiliares para atingir níveis de desinfecção cada vez mais completos e, conseqüentemente, um maior número de casos endodônticos de sucesso.

## **2. PROPOSIÇÃO**

A proposta do presente estudo foi, através da revisão de literatura, mostrar a eficácia da PUI como técnica de ativação da solução em relação a limpeza e desinfecção dos condutos radiculares.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura apresentada por Van der Sluis et al (2007), utilizando 53 artigos da MEDLINE, levou em conta os mecanismos de ação da PUI e também os efeitos dela. Após análise de artigos, foi concluído que a irrigação ultrassônica passiva é um processo acessório no tratamento endodôntico, mais eficaz na limpeza do sistema de canais radiculares do que a irrigação convencional com seringas. Comparada à irrigação convencional e à irrigação sônica, a PUI remove mais tecido orgânico, debris dentinários e biofilme bacteriano do sistema de canais radiculares, atuando também em canais curvos de maneira satisfatória. Além do mecanismo de ativação, foi verificado também a solução irrigadora, com o hipoclorito de sódio produzindo os melhores resultados de limpeza e desinfecção. No entanto, os pontos a seguir permaneceram inconclusivos: a influência do tempo de irrigação, o volume de substância irrigadora, a profundidade da ponta ultrassônica dentro do canal, o formato e o material do instrumento. Para esclarecer estes pontos, mais pesquisas ainda precisariam ser feitas.

Na dissertação apresentada por Gründling et al (2011), avaliou-se in vitro o efeito da agitação de hipoclorito de sódio e EDTA com ultrassom em canais radiculares de dentes bovinos. Com *Enterococcus faecalis* em cultivo por 50 dias, comparou-se os grupos de testes: ausência de tratamento, irrigação ultrassônica passiva com água destilada, irrigação convencional com hipoclorito de sódio + EDTA e irrigação ultrassônica passiva com hipoclorito de sódio + EDTA. Analisando-se os testes microbiológicos e via microscópio eletrônico de varredura, concluiu-se que os melhores resultados foram alcançados com hipoclorito de sódio + EDTA, com e sem PUI. Neste trabalho, a limpeza da ativação por PUI foi equivalente à irrigação convencional. Foi concluído então

que o ultrassom pode ser um auxiliar na limpeza do canal radicular, mas o protagonista da eliminação de bactérias é a solução irrigadora e não o método de agitação.

Para estudar a eficácia da Irrigação Ultrassônica Passiva na erradicação de *Enterococcus faecalis*, o trabalho de Guerreiro-Tanomaru et al. (2015) mostra um estudo ex vivo com 75 dentes humanos de canal único extraídos. Após a preparação dos canais, os *Enterococcus faecalis* foram introduzidos e incubados por 21 dias e após isso foram testados os 4 seguintes métodos: PUI com solução salina, PUI com 1% NaOCl, irrigação convencional com solução salina e irrigação convencional com 1% NaOCl, além de um grupo controle (sem irrigação nenhuma). No final, os resultados com NaOCl demonstraram maior eficácia de desinfecção tanto com PUI quanto com irrigação convencional, enquanto os de solução salina não tiveram um bom desempenho, mesmo utilizando PUI. Apesar de efetivas, nenhum dos métodos eliminou completamente os *Enterococcus faecalis*. Em conclusão, esse trabalho nos mostra que o poder principal de desinfecção encontra-se na solução de irrigação e não no método de ativação.

Tanomaru-Filho et al. (2015) comparou ativação ultrassônica intermitente a ativação ultrassônica contínua e irrigação convencional manual. Foi introduzida uma solução de contraste nos canais radiculares a serem estudados e, após ativação da substância irrigadora com as técnicas citadas, avaliou-se imagens tomográficas micro-computadorizadas verificando a limpeza dos canais. Nos casos em que se fizeram ativações ultrassônicas intermitentes e contínuas, atingiu-se igualmente o objetivo de limpeza eficaz dos canais radiculares por completo, enquanto a irrigação convencional manual demonstrou a necessidade de ir até 1mm de distância do CRT para atingir resultado satisfatório no terço apical. Para distâncias iguais ou superiores a

3mm do CRT, a irrigação convencional é ineficaz na limpeza do terço apical, que é muito importante para o sucesso e longevidade do tratamento endodôntico

Khaord et al. (2015), para estudar as diferentes técnicas de remoção de smear layer em terços apicais, analisou os canais mesiais de 40 primeiros molares inferiores. Depois de prepará-los com sistema ProTaper F1, comparou os seguintes métodos de irrigação final: PUI, pressão apical positiva (PAP), irrigação sônica e grupo controle (irrigação simples). A técnica que obteve maior eficácia de remoção de smear layer foi a irrigação sônica, seguido de PUI, PAP e por último a irrigação convencional. Em sua conclusão, o autor discorre sobre o maior benefício da irrigação por PAP em comparação a PUI e irrigação sônica, visto que a primeira não necessita de equipamentos especializados para realizá-la e ainda assim promove uma remoção satisfatória de smear layer em porções apicais.

No artigo publicado por Freire et al. (2015) foi estudado a remoção de debris após irrigação e seus impactos na qualidade de obturação em canais curvos. Para isso, foram utilizadas imagens de tomografia micro computadorizada em 24 molares inferiores durante todos os passos fundamentais da endodontia (antes e depois da instrumentação, após irrigação final e após obturação). Os dentes a serem estudados foram preparados usando instrumentos reciprocantes R25 da VDW e divididos em 2 grupos de irrigação final: PUI e EndoVac. Após obturação de todos os canais com técnica de onda contínua de condensação (continuous wave of condensation technique), os dados finais foram analisados usando reconstrução de modelos tridimensionais em software. A PUI diminuiu debris em 55,55% enquanto o EndoVac diminuiu em 53,65%, considerado por relevância estatística como

equivalentes; e nenhuma das duas irrigações apresentou influência significativa no volume final de cimento obturador.

No estudo realizado por Kato et al. (2016) foi investigada a eficiência da limpeza de debris na região apical do canal utilizando Irrigação Ultrassônica Passiva ou ativação por movimentos recíprocos com Easy Clean. Neste experimento ex vivo foi usada microscopia eletrônica para fazer 6 marcações de 1mm de distância entre si, no terço apical dos canais. Após preenchê-los com debris e usar os dois tipos de ativação, foi avaliado o nível de limpeza pós tratamento. Neste teste, a ativação da substância irrigadora por movimentos recíprocos Easy Clean demonstrou maior eficácia de limpeza de debris apical em relação à PUI. Como foram utilizados canais ex vivo, este resultado pode não refletir no desempenho clínico real. Segundo o próprio autor, devem ser estudados também os efeitos de “vapor lock” e extrusão de debris pois eles são importantes para o sucesso clínico in vivo e não foram levados em conta neste estudo.

No artigo de Leoni et al. (2016), avaliaram-se 4 protocolos de irrigação final e o seu poder de remoção de debris e smear layer em canais mesiais de molares inferiores bovinos. As irrigações finais testadas foram: pressão apical positiva, irrigação ultrassônica passiva, self adjusting file e XP-endo Finisher, todas por dois minutos de ativação por canal e utilizando 5.5 mL de hipoclorito de sódio a 2.5%. Desta forma, concluiu-se que PUI e XP-endo Finisher são muito similares quanto à limpeza efetiva e remoção de debris, apresentando os melhores resultados se comparados aos outros métodos.

Nunes et al. (2016) analisou a capacidade de dissolução de tecido orgânico de diferentes tipos de soluções irrigadoras associadas a técnicas de ativação. Para isso, testou fragmentos de polpa bovina com as soluções: hipoclorito de sódio a 2.5%, digluconato de clorexidina a 2% e água destilada.

Essas substâncias foram testadas sendo ativadas via: imersão, agitação mecânica com lima endodôntica, sistemas sônicos EndoActivator e Easy Clean e sistema ultrassônico. Analisando os resultados, a maior capacidade de dissolução de tecido orgânico foi alcançada pelo hipoclorito de sódio a 2,5% em associação aos sistemas de ativação, seguido de digluconato de clorexidina a 2% e água destilada.

Pladisai et al. (2016) comparou diferentes protocolos de desinfecção de *Enterococcus faecalis* para canais largos. Foram testados 55 pré-molares de canal único, infectados por 21 dias. Após análise microbiana, concluiu-se que a instrumentação mecânica seguida de PUI atingiu o maior nível de desinfecção entre os protocolos testados. A PUI por si só não apresenta melhor resultado de desinfecção sem a instrumentação mecânica prévia - nem em canais largos - não podendo substituí-la (apesar de melhorar a eficácia de irrigação no tratamento). Neste estudo, os autores enfatizam que a remoção de dentina infectada via instrumentação mecânica em canais largos é um passo fundamental para o sucesso do tratamento endodôntico, e nenhum dos protocolos não invasivos foi eficaz em promover a desinfecção satisfatória do canal radicular.

Duque et al. (2016) comparou a eficácia da remoção de debris no canal e em ístmos entre as técnicas: Easy Clean em rotação contínua e movimento recíprocante, irrigação ultrassônica passiva (PUI), sistema EndoActivator e irrigação convencional. Foram estudados 50 condutos mesiais de molares inferiores em resina epóxi, seccionados em 2,4 e 6 milímetros do ápice radicular. Foi feita a instrumentação e divisão dos dentes em 5 grupos de 10 para aplicação dos diferentes métodos de irrigação final. Imagens de microscópio eletrônico foram tiradas depois da primeira, segunda e terceira ativação. Em seus resultados, foi observado que a PUI e a Easy Clean tiveram

a melhor eficácia de limpeza com 3 ativações de 20 segundos cada. Usado em rotação contínua, a Easy Clean apresentou maior remoção de debris em ístmos, principalmente em região apical.

Rodrigues et al (2016) apresentou uma revisão de literatura para estudar a eficácia da Irrigação Ultrassônica Passiva na limpeza e desinfecção dos canais radiculares. Neste trabalho, que considerou 23 artigos, foi observado que a PUI é realmente eficaz para as finalidades propostas; porém, foi levantada a questão de que a literatura ainda apresentava resultados divergentes quanto à remoção de bactérias *E. faecalis*, micro-organismo mais presente em doenças de polpa e periápice. Visto que muitos estudos aplicavam protocolos diferentes em seus testes, a comparação a outros métodos tornava-se inconclusiva para determinar a PUI como a mais efetiva. Sendo assim, o estudo foi finalizado sugerindo a necessidade de um protocolo universal para uso da técnica.

Almeida et al (2019) discutiu através de revisão comparativa de literatura sobre os pontos mais importantes entre os sistemas de irrigação mais usados na Endodontia moderna. Os sistemas comparados foram: PUI (Irrigação Ultrassônica Passiva); EndoActivador®; F File®; EndoVac® e irrigação convencional. Os sistemas foram julgados conforme: segurança, eficácia na remoção de debris, eficácia na ativação e penetração da solução e eficiência na diminuição de carga bacteriana. A conclusão a que o autor chegou foi de que a energia ultrassônica é o sistema de irrigação mais eficaz dentre todos os sistemas. Ele possui a maior penetração da solução, melhor diminuição de carga bacteriana e maior remoção de debris, principalmente por promover o efeito de “cavitação” e remover o “vapor lock”. Apesar de todos estes pontos fortes do sistema, foram levantados os seguintes problemas: a alteração da estrutura do canal e ineficiência no terço apical de canais muito curvos. Para

canais mais curvos, o sistema de irrigação mais eficaz foi F File® por ter um polímero flexível em sua lima, alcançando grandes curvaturas. Em todas as comparações feitas o sistema de irrigação convencional, feito apenas através de seringa e agulha, mostrou-se ultrapassado e com efetividade inferior a todos os outros sistemas estudados.

O estudo publicado por Tse et al. (2020) analisou a eficácia da irrigação por PUI na limpeza de biofilmes da bactéria *Enterococcus faecalis*. Em um sistema de canais simulados, o biofilme foi cultivado por 7 dias e submetido a irrigação ultrassônica passiva com solução salina estéril por 5 minutos. Examinando os canais com microscopia confocal, verificou-se que, quanto maior a distância da ponta ultrassônica, maior a quantidade de biofilme ativo e menor ação mecânica. Com isso, os autores concluíram que a PUI é capaz de agir mecanicamente em biofilmes bacterianos, mas é necessário manter a menor distância possível entre a ponta ultrassônica e o biofilme para que haja esta ação..

No estudo de Li et al. (2020) foram comparados 4 protocolos de irrigação final na remoção de smear layer, desinfecção e limpeza das paredes de canais radiculares. Os protocolos comparados foram: irrigação convencional com seringa, irrigação sônica com EndoActivator, PUI e M3 Max. Para os testes, 30 canais foram infectados com *Enterococcus faecalis*, preparados com limas ProTaper Universal e seccionados transversalmente. Após os estudos, a PUI teve o melhor desempenho de desinfecção bacteriana entre todos os métodos, mas é equivalente aos métodos de EndoActivator e M3 Max quanto à remoção de smear layer. A irrigação convencional teve o pior desempenho tanto na remoção de smear layer quanto na desinfecção do canal.

Nos estudos publicados por Cardenas Cuellar et al. (2020) foram estudados os efeitos da cinemática, diâmetro da lima e PUI na descontaminação do canal, extrusão de bactérias e extrusão de debris. Foram usados instrumentos rotatórios e reciprocantes ProDesign Logic e ProDesign R, com irrigação convencional e PUI. Oitenta pré-molares inferiores foram contaminados com *Enterococcus faecalis* e divididos em oito grupos de 10. O G1 foi instrumentado com Prodesign Logic 25.06, o G2 com Prodesign R 25.06, G3 e G4 usando os mesmos sistemas respectivamente, porém com diâmetros 35.05 e irrigação convencional, G5, G6, G7 e G8 foram instrumentados das mesmas formas que os grupos anteriores, porém usando PUI. Após análise dos resultados, foi observado que todos os métodos de preparo do canal alcançaram resultados similares de descontaminação do canal radicular. Além disso, apesar de todos os grupos apresentarem extrusão de debris, os grupos de PUI tiveram as maiores taxas de extrusão tanto de debris quanto de bactérias.

No artigo de Nogueira SP et al. (2020) foram analisadas diferentes soluções irrigadoras associadas a PUI, e como estes protocolos podem afetar a resistência da dentina dos canais radiculares. As substâncias testadas foram gluconato de clorexidina a 2% (CHX), ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) a 17% e hipoclorito de sódio a 2,5%. Em 80 canais méso-vestibulares de primeiros molares inferiores, cada substância foi testada com um grupo usando irrigação convencional e outro grupo usando PUI. Após os testes, foi utilizado o teste de Knoop para verificar micro-abrasões na dentina. Os autores concluíram que a maior perda de resistência da dentina foi associada a PUI + EDTA 17% nos terços cervicais e médios dos condutos radiculares, enquanto PUI + 2% CHX e PUI + 2.5% NaOCl não apresentaram abrasões de dentina.

O estudo de Nogueira L et al. (2021) foram analisados os efeitos de desinfecção de canais ovais entre a Easy Clean, irrigação ultrassônica passiva e irrigação sônica. Foram selecionados 55 dentes similares e preparados com instrumentação Wave One® Primary (25.08). Ao serem inoculados com bactérias *Enterococcus faecalis*, permaneceram em incubação por 30 dias e foram divididos em 5 grupos: 3 grupos de 15 elementos para cada ativação de irrigação a ser testada, 1 grupo controle negativo de 5 elementos e 1 grupo controle positivo de 5 elementos. Os volumes bacterianos foram testados antes da instrumentação (S1), depois da instrumentação (S2), e após irrigação final (S3). Além disso, observaram também os volumes bacterianos após 48 horas do procedimento. Em seus resultados, os autores observaram que, apesar de haver grande desinfecção dos canais, não houve diferença estatística entre os métodos de Easy Clean, PUI e irrigação sônica; e também nenhum dos métodos eliminou 100% dos microrganismos.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 LIMPEZA: REMOÇÃO DE TECIDO ORGÂNICO E INORGÂNICO

Diversos estudos já comprovam a viabilidade da limpeza dos condutos promovida pela Irrigação Ultrassônica Passiva. Para a PUI se estabelecer na comunidade profissional da Endodontia, diversos estudos foram feitos para, além de comprovar sua eficácia e alto nível de limpeza, também comparar seus resultados a outras técnicas (tanto mais novas quanto mais antigas).

De acordo com Van der Sluis et al (2007), a PUI ultrapassa os níveis de limpeza alcançados pelas técnicas de irrigação convencional e irrigação sônica. Em 2011, Gründling et al. verificou que apesar da PUI ser uma ótima técnica auxiliar de limpeza dos condutos, o verdadeiro protagonista da eliminação de bactérias é a solução irrigadora. Isso é comprovado pelos estudos realizados utilizando PUI + solução salina, onde os resultados de desinfecção não foram satisfatórios. Este é um estudo importante para nossa escolha de protocolos, pois demonstra que o uso da PUI não compensa o uso incorreto de soluções irrigadoras.

Já Tanomaru-Filho et al. (2015), simplificou os diferentes protocolos de ativação, mostrando que não há diferença significativa entre a ativação intermitente e a ativação contínua da PUI, enquanto ainda provou a ineficácia da irrigação convencional nos terços mais apicais dos condutos radiculares, com resultados piores no últimos 3 mm até o CRT. Khaord et al. (2015), em seu estudo, contradiz o artigo de Tanomaru-Filho quanto à eficiência da irrigação convencional próxima ao CRT. Primeiro, o autor comprova que a técnica de irrigação sônica tem maior eficácia de remoção de smear layer do que a PUI, e depois argumenta que a PAP (pressão apical positiva) tem um maior benefício para a irrigação em comparação a outras técnicas por não necessitar de

equipamentos especializados para realizá-la, e ainda assim promove uma remoção satisfatória de smear layer em porções apicais.

Ainda em 2015, Freire et al. (2015) comprovou que as técnicas de EndoVac e PUI são equivalentes quanto a remoção de debris, e também observou que não há influência significativa destas técnicas de irrigação no volume final de cimento obturador. Kato et al. (2016) comparou a técnica de irrigação EasyClean com a técnica de PUI, demonstrando a maior eficácia da primeira. Neste estudo, os autores levantaram o questionamento do uso das técnicas quanto ao “vapor lock” e extrusão de debris, que são fatores importantes para o sucesso do tratamento endodôntico in vivo.

Como um método de revisão de literatura, Rodrigues et al (2016) revisitou o questionamento da eficácia da PUI na remoção de debris e desinfecção, chegando na conclusão de que a técnica é sim viável, porém trabalhos recentes têm mostrado diferentes protocolos, o que dificultava os estudos da técnica. Por isso, o autor sugeriu a necessidade de protocolos universais para o uso da PUI. Anos depois, o trabalho de Almeida et al (2019) reafirmou a eficácia da irrigação ultrassônica passiva por apresentar a maior penetração de solução irrigadora, melhor diminuição de carga bacteriana e maior remoção de debris.

A remoção de debris no canal e em ístmos é satisfatória tanto com Easy Clean quanto na PUI, seguindo o protocolo de ativação de 3 acionamentos de 20 segundos cada, reforçado por Duque et al. (2016). Quanto à dissolução de tecido orgânico, Nunes et al. (2016) defende em seu trabalho que os melhores resultados foram alcançados hipoclorito de sódio a 2,5%, com a ação dos sistemas de ativação de substância irrigadora.

Podemos concluir que a PUI alcança altos níveis de remoção de tecidos orgânicos e inorgânicos. Na maioria dos estudos, a técnica está entre os

melhores resultados, e ainda é potencializada com o uso de hipoclorito de sódio a 2,5% com 3 ativações de 20 segundos cada.

## **4.2 DESINFECÇÃO DO CANAL**

Tão importante quanto estudar a limpeza promovida pela PUI, também devemos observar a sua eficácia quanto a remoção e eliminação dos micro-organismos presentes no sistema de canais radiculares, principalmente as colônias de *Enterococcus faecalis*, a principal bactéria presente na Endodontia.

Principalmente no trabalho dos autores van der Sluis et al (2007), Tanomaru-Filho et al. (2015), Almeida et al (2019) e Li et al. (2020), a PUI se destacou com maior poder de limpeza sobre a irrigação convencional, porém outros trabalhos também mostraram os defeitos observados da técnica. Até o seu trabalho em 2016, Rodrigues et al (2016) não tinha observado um protocolo universal para a PUI, levantando o questionamento sobre os resultados obtidos para a técnica.

Enquanto Tanomaru-Filho et al. (2015) sugere que a técnica é satisfatória na desinfecção do canal por completo, Almeida et al (2019) mostra em seu estudo que a PUI ainda mostrou dificuldade na desinfecção satisfatória na região apical de canais muito curvos. Já Tse et al. (2020) defende em seu trabalho de que é importante que a ponta ultrassônica esteja o mais próxima possível do biofilme bacteriano para promover uma desinfecção satisfatória. Em seus trabalhos, Guerreiro-Tanomaru et al. (2015) e Gründling et al (2011) destacaram que o maior agente de desinfecção é a solução irrigadora e não a PUI, sendo ela apenas um método de ativação facilitador para que a irrigação chegue em estruturas anatômicas mais difíceis de serem alcançadas da forma convencional.

Com a ativação ultrassônica é possível levar a solução irrigadora para canais acessórios e demais complicações anatômicas do sistema de canais radiculares. Sendo assim, sua associação a um irrigante potente como o hipoclorito a 2,5% produz resultados muito satisfatórios quanto a desinfecção do canal.

#### **4.3 AÇÃO EM CANAIS CURVOS, LARGOS OU OVAIS**

A capacidade de ação em canais com anatomias complicadas, principalmente nos terços apicais, tem sido um grande desafio e fator de diferenciação entre as técnicas de irrigação. Com os resultados satisfatórios da PUI relatados em diversos artigos, resta-nos colocar a técnica à prova quando existem dificuldades anatômicas, para cada vez mais facilitar o dia a dia do profissional de endodontia.

Mesmo com a PUI demonstrando uma excelente limpeza dos canais radiculares em toda a extensão do canal (Tanomaru-Filho et al., 2015), a sua ação em canais curvos foi questionada. No trabalho apresentado por Almeida et al (2019), os autores defenderam que nos casos de curvatura acentuada, a PUI se mostrou ineficiente na desinfecção de terços apicais. Devemos lembrar também que Tse et al. (2020) sugere que a ponta ultrassônica esteja o mais próxima possível do biofilme a ser removido, justificando a necessidade de atenção redobrada do profissional nos casos de canais curvos.

Quanto à ação em canais largos, Pladisai et al. (2016) observou que a técnica de PUI sozinha não tem resultados satisfatórios sem a instrumentação mecânica, sendo este um passo fundamental e não substituível pela PUI. Para canais ovais, podemos levar em conta o trabalho de Nogueira L et al. (2021), que concluiu que: a PUI, a irrigação sônica e a Easy Clean não obtiveram

diferença estatística e, apesar de promoverem grande ação de desinfecção, não houve diferença estatística nem eliminação completa de microrganismos.

Podemos considerar a PUI uma técnica muito eficaz nos três tipos de caso, principalmente em canais largos e ovais. Em canais com curvatura acentuada, a PUI também têm bons resultados, com a ressalva de observarmos com mais atenção a desinfecção dos terços apicais.

#### **4.4 SOLUÇÕES IRRIGADORAS E PROTOCOLOS DE ATIVAÇÃO**

Como já mencionado anteriormente neste trabalho, são as soluções irrigadoras que compõem a parte mais importante da ação de desinfecção promovida pela ativação por PUI, como visto nos trabalhos de Gründling et al (2011) e Guerreiro-Tanomaru et al. (2015). Este fato também pode ser verificado no trabalho de Tse et al. (2020), onde a efetividade de desinfecção por PUI é menor se usada com solução salina, apesar de ainda agir mecanicamente no biofilme se estiver a distâncias menores do que 1 mm da ponta ultrassônica. Para potencializar os efeitos da irrigação ultrassônica passiva, a melhor aposta do profissional para uma desinfecção mais completa é escolher a solução irrigadora que tem o melhor resultado combinado à PUI, para assim baixar o limiar de infecção do canal e garantir o sucesso do tratamento.

Van der Sluis et al. (2007) deixa claro em sua comparação: o hipoclorito de sódio é mais efetivo do que a água na desinfecção do canal. O autor menciona que ativações de 3 minutos com NaOCl a 5% ou ativações de 20 segundos com NaOCl a 12% atingiram a limpeza completa de debris. Leoni et al. (2016) apresentou em seu trabalho o protocolo de dois minutos de ativação por canal e utilizando 5.5 mL de hipoclorito de sódio a 2.5%. Já nos principais artigos apresentados na revisão de literatura de Rodrigues et al. (2016), a PUI teve a maior eficácia se comparada a outros métodos quando utilizada com hipoclorito de sódio variando de 1% a 3,5% entre os trabalhos, comprovando a necessidade de estabelecer um protocolo universal para estudos da técnica.

No estudo de Nogueira SP et al. (2020) o uso de PUI + EDTA 17% apresentou as maiores perdas de resistência da dentina, sendo os protocolos mais seguros utilizando PUI + 2% CHX e PUI + 2.5% NaOCl quanto a micro-abrasões no conduto radicular. Lembrando também do trabalho Nunes et

al. (2016) que sugere que a maior limpeza de tecidos orgânicos é associada ao uso de hipoclorito de sódio a 2,5% se comparado com digluconato de clorexidina a 2% e água destilada.

Ao analisar os resultados dos artigos, é evidente a eficiência do NaOCl a 2.5% quanto a limpeza e desinfecção do canal quando ativado por PUI, atingindo resultados clinicamente viáveis, principalmente seguido protocolo de 3 acionamentos de 20 segundos cada por canal radicular.

Como até pouco tempo atrás não haviam sido estabelecidos protocolos universais, alguns estudos poderiam ser refeitos utilizando hipoclorito de sódio mais concentrado (2.5%) e ativado por mais tempo (ao menos 3 ativações de 20 segundos), para que profissionais futuros possam comparar e escolher sua técnica de preferência com base em protocolos atuais.

#### **4.5 COMPARAÇÃO A OUTRAS TÉCNICAS**

O surgimento de outras técnicas de ativação da solução tem colocado a PUI à prova, sendo comparada em diversas situações como canais com curvatura acentuada, canais amplos, métodos não invasivos e outras. Comparando a PUI com a irrigação manual convencional, Van der Sluis et al. (2007) e Almeida et al. (2019) seguem a linha de pensamento em que a PUI é superior em diversos aspectos como penetração da solução, diminuição da carga bacteriana e maior remoção de debris.

Gründling et al. (2011) é mais conservadora em suas conclusões, comprovando que a irrigação convencional e PUI são métodos equivalentes, diferenciando-se através da solução usada. A irrigação convencional precisa chegar a 1 mm do CRT ou menos para promover uma desinfecção semelhante à PUI em terços apicais (Tanomaru-filho et al., 2015) e deve ser observada

também uma maior extrusão de debris e bactérias causadas pela PUI (Cardenas Cuellar et al., 2020).

Segundo Khaord et al. (2015) a irrigação sônica apresenta uma maior remoção de smear layer, mas tanto esta técnica quanto PUI envolvem equipamentos mais caros, sendo então a PAP (pressão apical positiva) uma alternativa similar quanto à desinfecção, e também mais barata. O EndoVac apresenta uma diminuição de debris equivalente à PUI (Freire et al., 2015). A técnica utilizando XP-endo Finisher atingiu níveis similares tanto em limpeza quanto desinfecção, tendo ela e a PUI os melhores resultados testados por Leoni et al. (2016).

Segundo Kato et al. (2016), EasyClean em movimento recíprocante tem melhor limpeza de debris apical em dentes ex-vivo (excluindo fatores de vapor lock e extrusão de debris). A maior limpeza de debris via Easy Clean também foi observada por Duque et al. (2016), principalmente em região apical de ístmos. O método utilizando EndoActivator e M3 Max são equivalentes à PUI quanto a remoção de smear layer (Li et al., 2020). F File é mais eficiente na limpeza do terço apical de canais com curvatura acentuada, enquanto a PUI atinge os melhores resultados nos outros terços radiculares destes casos (Almeida et al., 2019).

Nogueira L et al. (2021) observa em seu estudo que PUI, Easy Clean e irrigação sônica produzem resultados de desinfecção similares, e nenhuma elimina por completo os microrganismos.

Apesar de algumas outras técnicas serem superiores à PUI em alguns casos, seus resultados ainda aparecem entre os melhores métodos de ativação dos estudos, sendo efetivo na maioria das situações. Os casos de ineficiência de desinfecção mais apontados pelos estudos são nos terços apicais de canais curvos, merecendo atenção redobrada do endodontista ao utilizar PUI nestas circunstâncias.

#### **4.6 EFEITOS NO VAPOR LOCK**

A remoção de vapor lock é um fator interessante da PUI principalmente sobre o método de irrigação convencional. Este fenômeno é um fator de falhas na irrigação, proporcionada pela formação de uma bolha formada da reação do hipoclorito de sódio com restos necróticos da polpa e bactérias. Essa reação gera a liberação de uma grande quantidade de gás de amônia e dióxido de carbono, formando uma bolha que impossibilita a penetração de solução irrigadora (Almeida et al. 2019). Uma ponta ativada sonicamente ou ultrassonicamente induz a entrada de solução irrigadora no bloqueio de vapor apical (Almeida et al. 2019), melhorando a irrigação na região.

A capacidade de remoção desta bolha é um efeito desejável das técnicas de ativação de soluções irrigadoras e aumenta a eficácia da irrigação como um todo, mais uma característica que torna a PUI um excelente método de ativação.

## **5. CONCLUSÃO**

Após a análise da literatura pode-se concluir que a PUI é eficiente quanto a limpeza e desinfecção dos canais radiculares. É importante notar que os melhores resultados de limpeza e desinfecção utilizando esta técnica são dependentes de um protocolo de ativação eficiente aliado a uma boa escolha de solução irrigadora.

## REFERÊNCIA

- 1 - Almeida, HS. Sistemas de irrigação: revisão comparativa. Revista FAROL – Rolim de Moura – RO, v. 8, n. 8, p. 363-383, jun./2019
- 2 - CUELLAR, Maricel Rosario Cardenas et al . Can kinematics, file diameter, and PUI influence the intracanal decontamination and apical bacterial extrusion?. Braz. oral res., São Paulo , v. 35, e003, 2021
- 3 - Duque JA, Duarte MA, Canali LC, Zancan RF, Vivian RR, Bernardes RA, Bramante CM. 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 Feb;43(2):326-331.
- 4 - Freire LG, Iglecias EF, Cunha RS, Dos Santos M, Gavini G. Micro-Computed Tomographic Evaluation of Hard Tissue Debris Removal after Different Irrigation .
- 5 - Gründling GL, Zechin JG, Jardim WM, de Oliveira SD, de Figueiredo JA. Effect of ultrasonics on Enterococcus faecalis biofilm in a bovine tooth model. J Endod. 2011 Aug;37(8):1128-33.
- 6 - Guerreiro-Tanomaru JM, Chávez-Andrade GM, de Faria-Júnior NB, Watanabe E, Tanomaru-Filho M. Effect of Passive Ultrasonic Irrigation on Enterococcus faecalis from Root Canals: An Ex Vivo Study. Braz Dent J. 2015 Jul-Aug;26(4):342-6.
- 7 - Kato AS, Cunha RS, da Silveira Bueno CE, Pelegrine RA, Fontana CE, de Martin AS. Investigation of the Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation Versus Irrigation with Reciprocating Activation: An Environmental Scanning Electron Microscopic Study. J Endod. 2016 Apr;42(4):659-63.
- 8 - Khaord P, Amin A, Shah MB, Uthappa R, Raj N, Kachalia T, Kharod H. 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;18:321-325

9 - Leoni GB, Versiani MA, Silva-Sousa YT, Bruniera JF, Pécora JD, Sousa-Neto MD. 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. *Int Endod J.* 2017 Apr;50(4):398-406.

10 - Li, Q., Zhang, Q., Zou, X. et al. Evaluation of four final irrigation protocols for cleaning root canal walls. *Int J Oral Sci* 12, 29 (2020).

11 - Nogueira SP, Bueno CE, Martin AS, Pelegrine RA, Fontana CE, Pinheiro SL. The Influence of Passive Ultrasonic Irrigation Associated with Different Irrigating Solutions on Radicular Dentin Microhardness. *Archives of Clinical and Biomedical Research* 4 (2020): 292-301

12 - Nogueira L, Amaral G, Silva E, Tinoco J, Alves F, Sassone LM. Bacterial Reduction in Oval-Shaped Root Canals After Different Irrigant Agitation Methods. *Eur Endod J.* 2021 Apr;6(1):110-116.

13 - NUNES, Kiany Scarssi; FERON, Letícia; MONTAGNER, Francisco e MELO, Tiago André Fontoura de. Analysis of root canal organic tissue dissolution capacity according to the type of irrigation solution and agitation technique. *Braz. J. Oral Sci.* [online]. 2016, vol.15, n.1, pp. 70-74

14 - Pladisai P, Ampornaramveth RS, Chivatxaranukul P. Effectiveness of Different Disinfection Protocols on the Reduction of Bacteria in *Enterococcus faecalis* Biofilm in Teeth with Large Root Canals. *J Endod.* 2016 Mar;42(3):460-4

15 - Rodrigues MI, Frota MM, Frota LM. Uso da irrigação ultrassônica passiva como medida potenciadora na desinfecção do sistema de canais radiculares – revisão de literatura. *Rev. bras. odontol.*, Rio de Janeiro, v. 73, n. 4, p. 320-4, out./dez. 2016

16 - Tanomaru-Filho M, Torres FF, Chávez-Andrade GM, Miano LM, Guerreiro-Tanomaru JM. Intermittent or continuous ultrasonically activated irrigation: micro-computed tomographic evaluation of root canal system cleaning. *Clin Oral Investig.* 2016 Sep;20(7):1541-6.

17 - Tse MCC, Cheung GSP. Spatial Cleaning Action of Ultrasonic Irrigation on *Enterococcus faecalis* Biofilm. *Dent J (Basel).* 2020 May 7;8(2):42. doi: 10.3390/dj8020042.

18 - Van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J.* 2007 Jun;40(6):415-26.