

FACULDADE SETE LAGOAS – FACSETE
PÓS ODONTO BELO HORIZONTE
ESPECIALIZAÇÃO EM ENDODONTIA

Fernanda Cristina da Silva

**Irrigação Ultrassônica Passiva: um estudo da literatura sobre seus efeitos na
terapia endodôntica**

Belo Horizonte
2022

Fernanda Cristina da Silva

**Irrigação Ultrassônica Passiva: um estudo da literatura sobre seus efeitos na
terapia endodôntica**

Monografia apresentada ao curso de pós-graduação da Faculdade de Sete Lagoas – Unidade Belo Horizonte/MG, como requisito parcial à obtenção do Título de Especialista em Endodontia.

Orientador: Prof. Daniel Pardini

**Belo Horizonte / MG
2022**

Fernanda Cristina da Silva

**Irrigação Ultrassônica Passiva: um estudo da literatura sobre seus efeitos na
terapia endodôntica**

Monografia apresentada ao curso de Pós-graduação da Faculdade de Sete Lagoas -
Unidade Belo Horizonte/MG, como requisito parcial para obtenção do título de Espe-
cialista em Endodontia.

Banca Examinadora

Prof. Me. Héctor Michel de Sousa Rodrigues

Prof.

Prof.

Belo Horizonte

2022

Primeiramente dedico esse trabalho a Deus, que foi um verdadeiro guia nessa jornada. Sem a sua infinita sabedoria, jamais teria conseguido, e aos meus familiares, que me ofereceram força, apoio e motivação em toda trajetória acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que foi de onde tirei forças e acreditei que sempre seria possível conquistar meu objetivo, que me protegeu em cada viagem e me abençoou sempre.

Aos meus pais e minha irmã por me acalentarem em todos os momentos de fraqueza e de conquistas, vocês sempre foram meu alicerce.

Aos pacientes pela confiança e muitas vezes pelas risadas e amizade.

Aos amigos por me apoiarem e acreditar nos meus sonhos.

E a mim, por ter tido paciência e dedicação nesta caminhada.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Agulhas hipodérmicas para irrigação.....	16
Figura 2 – Operação da PUI.....	17
Figura 3 – XP-endo finisher R.....	22
Figura 4 – Easy Clean.....	27

RESUMO

Na Endodontia, um assunto de grande relevância é a microbiologia das infecções endodônticas. O acometimento do tecido pulpar está ligado a um desequilíbrio que ocorre no interior do sistema de canais radiculares, quando a polpa sadia entra em contato com a flora bacteriana presente na cavidade oral. As lesões cariosas e os traumas são as principais vias que os microrganismos utilizam para se instalar neste ambiente, culminando com a necrose e conseqüentemente colonização de espécies microbianas caracterizando a infecção pulpar. Uma vez que os microrganismos alcançam o tecido pulpar, desencadeia-se um processo imuno-inflamatório de defesa que nem sempre é suficiente para controlar este processo levando a uma pulpite irreversível aguda e/ou crônica, e assim, necessitando de tratamentos mais invasivos como o tratamento endodôntico. Para que a terapia endodôntica seja eficaz, faz-se necessário a aplicação de procedimentos de descontaminação, porém existem diversos fatores que limitam a entrada em contato do irrigante com todas as bactérias que ali existem. Assim, com o intuito de melhorar a disposição da substância química auxiliar no sistema de canais radiculares (SCR), diferentes técnicas de irrigação vêm sendo propostas, como a Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI), método que aumenta a efetividade da irrigação durante o tratamento endodôntico. O objetivo central do presente artigo é revisar os efeitos da PUI na melhoria da desinfecção do SCR, por meio de uma revisão de literatura. A hipótese é de que a PUI é capaz de potencializar a ação das soluções irrigadoras. Hipótese essa que foi comprovada enquanto resultados por meio da vibração de uma ponta de ultrassom gerando efeitos físicos (cavitação transitória e ondas de impacto) promovendo redução significativa das bactérias, e o risco de infecções persistentes aumentando o sucesso do tratamento. Cujas importâncias consiste em tratar de um assunto importante à saúde e à qualidade da terapia endodôntica. PUI é eficaz na limpeza e desinfecção do SCR, entretanto é necessário que se estabeleça um protocolo universal para o uso da técnica.

Palavras-chave: Terapia Endodôntica. Substância Química Auxiliar. Irrigação Ultrassônica Passiva. Sistema de canais radiculares.

ABSTRACT

In Endodontics, a topic of great relevance is the microbiology of endodontic infections. The involvement of pulp tissue is linked to an imbalance that occurs within the root canal system, when the healthy pulp comes in contact with the bacterial flora present in the oral cavity. Carious lesions and trauma are the main routes that microorganisms use to settle in this environment, culminating in necrosis and consequently colonization of microbial species characterizing pulp infection. Once the microorganisms reach the pulp tissue, an immuno-inflammatory defense process is triggered, which is not always sufficient to control this process, leading to an acute and/or chronic irreversible pulpitis, and thus, requiring more invasive treatments such as endodontic treatment. For endodontic therapy to be effective, it is necessary to apply decontamination procedures, but there are several factors that limit the contact of the irrigant with all the bacteria that exist there. Thus, in order to improve the disposition of the auxiliary chemical substance in the root canal system (SCR), different irrigation techniques have been proposed, such as Passive Ultrasonic Irrigation (PUI), a method that increases the effectiveness of irrigation during endodontic treatment. . The main objective of this article is to review the effects of PUI on improving SCR disinfection, through a literature review. The hypothesis is that PUI is capable of potentiating the action of irrigating solutions. This hypothesis was proven as results through the vibration of an ultrasound tip generating physical effects (transient cavitation and impact waves) promoting a significant reduction of bacteria, and the risk of persistent infections increasing the success of the treatment. The importance of which is to address an important issue for the health and quality of endodontic therapy. PUI is effective in cleaning and disinfecting the SCR, however it is necessary to establish a universal protocol for the use of the technique.

Keywords: Endodontic Therapy. Auxiliary Chemical Substance. Passive Ultrasonic Irrigation. Root canal system.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- 3D – Tridimensional
- CMI – Irrigação manual convencional
- CUI – Irrigação ultrassônica passiva contínua
- EDTA – Ácido etilenodiamino
- HD – Alta definição
- MO – Micro organismo
- NaOCl – Hipoclorito de sódio
- PPI – Pressão positiva de irrigação
- PUI – Irrigação ultrassônica passiva
- SCR – sistema de canais radiculares
- UI – Instrumentação ultrassônica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO10

2 REVISÃO DE LITERATURA 12

2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE INFECÇÃO ENDODÔNTICA12

2.2 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS UTILIZADAS NA IRRIGAÇÃO13

2.3 MÉTODOS DE ATIVAÇÃO DE IRRIGANTE15

2.4 IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA (PUI)16

2.5 IMPORTÂNCIA DA IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA18

2.6 INSTRUMENTOS UTILIZADOS NA REALIZAÇÃO DA IRRIGAÇÃO
ULTRASSÔNICA PASSIVA20

3 DISCUSSÃO23

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS29

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS300

1 INTRODUÇÃO

As patologias pulpares e perirradiculares são o resultado do envolvimento direto ou indireto de microrganismos presentes na cavidade oral. Bactérias e seus subprodutos são considerados os principais agentes etiológicos das patologias pulpares, e provocam a persistência da infecção. Existem várias vias de infecção, cujas mais comuns são os traumas/fraturas, e as lesões cariosas, que podem expor a polpa ao meio externo e a vasta população de bactérias presente na cavidade oral. A prevalência do caráter polimicrobiano das infecções endodônticas tem sido estudada ao longo dos anos. O número de espécies bacterianas presentes nestas infecções pode variar de um a trinta. O número de células bacterianas recuperadas varia de 10^2 a 10^8 UFC/mL. Parece também existir uma correlação entre o tamanho da lesão periapical e o número de espécies e células bacterianas presentes no canal.

Para que a terapia endodôntica seja eficaz, faz-se necessário a utilização de técnicas de descontaminação igualmente eficazes, ou seja, é preciso eliminar a maior quantidade possível de microrganismos vivos presente no sistema de canais radiculares (SCR), quando não se consegue eliminá-los por completo e neutralizá-los, por meio de uma de ação química e mecânica com soluções irrigadoras e instrumentos endodônticos (CRUZ *et al.*, 2014).

Entretanto, a instrumentação produz uma camada de esfregaço espessa que penetra nos túbulos dentinários, impedindo que o irrigante entre em contato com todas as bactérias que ali existem (VIOLICH; CHANDLER, 2010), isso tende a dificultar bastante à limpeza e retirada de bactérias desses lugares de difícil acesso. Um desafio que coloca em xeque não somente a eficiência de métodos de irrigação e limpeza, mas também, e principalmente a sua eficiência.

Ademais, de acordo com Justo *et al.* (2009), a área anatômica do SCR é repleta de complexidades, como istmos e canais laterais, sendo de difícil acesso aos instrumentos endodônticos, as quais ficam, também, expostas à proliferação de diferentes tipos de bactérias. Ainda segundo estes autores, no intuito de otimizar a distribuição da substância química auxiliar no SCR, especialmente onde os

instrumentos endodônticos têm dificuldade em alcançar, diferentes técnicas de irrigação vêm sendo propostas.

Uma dessas técnicas é conhecida por Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI). Ela se destaca por ser um método que aumenta a eficácia da irrigação durante o tratamento endodôntico (GU *et al.*, 2009). Trata-se de uma tecnologia não cortante, realizada por um fio de oscilação suave ou uma lima fina, que cria uma movimentação da solução irrigadora com transmissão de energia por meio de ondas ultrassônicas causando fluxo constante da solução irrigadora que promove certa quantidade de atrito contra as paredes dos canais, o que culmina na retirada das crostas bacterianas, bem como dos restos de obturação que ali possam se fazer presente (SLUIS *et al.*, 2007).

Essa movimentação por ultrassom melhora sua capacidade de dissolver tecidos (AL-JADAA *et al.*, 2009), contribuindo para a remoção da camada *smear layer*, nome dado ao material depositado nas paredes dentinárias, em procedimentos de corte por brocas ou limas endodônticas.

A presente pesquisa busca revisar parcialmente a produção científica acerca dos efeitos da PUI no procedimento de limpeza e desinfecção do SCR, através de um levantamento da literatura. Sua importância consiste em tratar de um assunto importante à saúde e à qualidade da terapia endodôntica, bem como divulgação e discussão sobre as evidências encontradas na literatura que apontam para a eficiência do método PUI para tratamento de limpeza do canal radicular, quando comparados aos métodos e recursos tradicionais disponíveis na Endodontia.

A presente pesquisa encontra-se dividida em duas partes. A primeira diz respeito à revisão de literatura que busca compreender a classificação dos tipos de infecção endodôntica, as substâncias químicas utilizadas na irrigação, os métodos de ativação de irrigante, entender a irrigação ultrassônica passiva (PUI) e sua importância e saber dos instrumentos utilizados para a sua realização. A segunda parte consiste na discussão desses elementos, observando como foram feitos alguns desses estudos, seus resultados e comparativos de métodos e substâncias que eram utilizadas anteriormente e que são utilizadas na atualidade, bem como suas diferenças e benefícios auferidos com tais possibilidades mudanças.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Diante das características das infecções endodônticas, foi observado que a resposta inflamatória desencadeada pelo hospedeiro não é suficiente para promover a eliminação completa do agente agressor e por consequência restabelecer a saúde dos tecidos pulpares e perirradiculares. É necessária a intervenção local do profissional, a fim de promover a máxima redução de bactérias, favorecendo assim o reparo (SIQUEIRA JR. et al., 1996).

2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE INFECÇÃO ENDODÔNTICA

A ciência da microbiologia oral está em constante transformação. Passou da era do cultivo bacteriano para a era da genética molecular. Porém apesar desta evidente transformação, a Endodontia ainda assim se fundamenta nos estudos clássicos de cultivo. Podemos destacar como marco inicial o estudo de Miller (1894), que foi o primeiro pesquisador a sugerir a associação de bactérias com tais patologias. Entretanto, alguns grupos começaram a usar métodos moleculares. Microrganismos previamente não identificados e não cultivados estão sendo detectados pelo método molecular. Há uma estimativa de que um canal infectado contém entre 10 e 50 espécies bacterianas, números que coincidem com os encontrados na placa dental, em diferentes sítios da cavidade oral. Anaeróbios, tais como *Prevotella* spp. e *Porphyromonas* spp., estão envolvidos na etiologia e na perpetuação de infecções endodônticas (SILVA et al. 2007).

A literatura consultada aponta para mais de 200 espécies microbianas coletadas de sistemas de canais radiculares contaminados. Para microrganismos (MO) se estabelecerem no sistema de canais radiculares existem restrições que garantem ou não sua sobrevivência, como, por exemplo, quantidade limite de MO, grau de patogenicidade, acesso aos tecidos perirradiculares e um baixo número de MO inibidores (SIQUEIRA JR et al., 2002; RODRIGUES *et al.*, 2016).

Por conta de sua estrutura complexa, o SCR propicia ambiente favorável ao crescimento de MO e, conseqüentemente, formação de biofilme, que são estruturas constituídas por uma matriz composta por proteínas, polissacarídeos, material celular e sais numa solução aquosa (SVENSÄTER & BERGENHOLTZ, 2004).

Quanto à classificação dos tipos de infecção endodôntica, segundo Siqueira et al (2002), tem-se:

a) primária: o tecido pulpar necrosado, por exemplo, leva a infecção do canal radicular. Essa infecção tem início com bactérias facultativas que estarão predominantes no início da infecção do conduto radicular sendo posteriormente invadidas por bactérias anaeróbias estritas. A sintomatologia dessa infecção pode ser determinada pela virulência de cada patógeno e pela quantidade de células bacterianas;

b) Secundária: está ligada à penetração de MO no sistema de canais radiculares entre as sessões ou após a finalização do tratamento endodôntico, portanto não é causada pelos mesmos MO que são encontrados na infecção primária;

c) Infecção persistente intrarradicular: quando os procedimentos de desinfecção do canal já foram realizados, mas os MO resistem aos mesmos, a que poderá ser causada por uma infecção secundária. A extensão da contaminação do canal radicular pode ocasionar uma infecção além dos limites intrarradiculares comprometendo os tecidos perirradiculares;

d) Infecção extrarradicular: considerada pouco comum por alguns autores, sendo sua forma mais frequente o abscesso perirradicular agudo.

A persistência de MO pode ser causada pela desinfecção e/ou selamento inadequados do sistema de canais radiculares, os quais favorecem o crescimento de espécies bacterianas resistentes, principalmente o *Enterococcus faecalis*, que dificilmente é eliminado pelos irrigantes e medicamentos empregados (BAUMGARTNER, 2004).

2.2 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS UTILIZADAS NA IRRIGAÇÃO

Na busca por uma remoção de detritos efetiva, várias soluções irrigadoras foram sendo introduzidas no tratamento endodôntico (HAAPASALO *et al.*, 2014).

Em 1936, o hipoclorito de sódio (NaOCl) foi proposto por Walker para ser utilizado como irrigante na Endodontia, a fim de auxiliar na instrumentação de canais

radiculares (CRUZ *et al.* 2014). Vários pesquisadores apontam que as melhores concentrações do NaOCl para uso endodôntico são 1.0%, 2.5% e 5.25% (SALAS *et al.*, 2012).

Entre suas vantagens estão: atividade antimicrobiana, dissolução de matéria orgânica, remoção de biofilmes secos e fixos de superfícies, não deixa resíduos tóxicos, é uma solução com menor custo e ação rápida (SILVA *et al.*, 2014).

Apesar de sua eficácia, o NaOCl conta com algumas desvantagens como, por exemplo, a citotoxicidade nos tecidos periapicais, odor, descoloração e corrosão dos equipamentos odontológicos. Além disso, a solução não é capaz de remover a camada de *smear* das paredes dos canais radiculares (VIOLICH & CHANDLER, 2010).

Também altera a rigidez do dente pós tratamento endodôntico o que pode conduzir a aumento da fratura e requerer maior cuidado no seu armazenamento, pois perde a atividade quando exposto à luz solar ou a temperaturas elevadas, devendo ser mantido em recipientes escuros e, se possível, refrigerados (BONAN *et al.*, 2011).

Dessa forma, recomenda-se utilizar o NaOCl em conjunto com soluções quelantes e desmineralizadoras, como o EDTA e seus derivados (ácido cítrico, ácido málico, ácido acético e vinagre de maçã) (DARDA *et al.*, 2014).

Outra solução também utilizada no tratamento do SCR é a clorexidina, que surgiu no final da década de 40, mas só em 1959 apareceu na Odontologia como substância segura, a ser utilizada no controle do biofilme dental. As suas aplicações em endodontia são agente antimicrobiano durante as fases do preparo do sistema de canais radiculares, desinfecção do campo operatório, remoção dos tecidos necróticos, preparo químico-mecânico antes da desobstrução, medicamento intracanal, desinfecção e remoção dos cones de guta nos retratamentos (GATELLI; BORTOLINI, 2014).

Estudos mostram que tanto a clorexidina a 2% quanto a 0,12% causam atividade antimicrobiana residual por 72 horas quando usada como um irrigante endodôntico (MUNOZ & CAMACHO-CUADRA, 2012).

A clorexidina apresentou-se como alternativa ao NaOCl em casos de alergia e/ou de hipersensibilidade, porque aponta ausência de toxicidade, não irrita os

tecidos periapicais, podendo ser utilizada em casos de rizogênese incompleta (BOTTCHER *et al.*, 2015).

Para Silva *et al.*, (2015), suas vantagens são: ação antimicrobiana, substantividade, baixa toxicidade, capacidade de adsorção pela dentina e biocompatibilidade. Por outro lado, ao contrário do NaOCl, a clorexidina é incapaz de realizar a dissolução tecidual. Em conjunto têm sido recomendados para potencializar as propriedades de ambos (AKISUE *et al.*, 2010).

Autores como Berutti e Castelucci (2005) descrevem quais as características da solução irrigadora ideal, a saber:

- a) ser capaz de quebrar proteínas e dissolver tecido vital ou necrosado em todo o SCR;
- b) contar com propriedades bactericidas a fim de acabar com todos os microrganismos presentes no SCR;
- c) prevenir a formação de camada *smear* durante a instrumentação ou dissolvê-la quando já formada;
- d) manter os detritos dentinários em suspensão para futura remoção;
- e) ter baixa tensão superficial para melhorar o alcance em áreas que os instrumentos não alcançaram;
- f) lubrificar os instrumentos endodônticos;
- g) evitar a descoloração e promover o clareamento do dente;
- h) não ser tóxica e irritante para os tecidos perirradiculares, em caso de extrusão;
- i) ser relativamente inofensiva para o paciente e para o dentista;
- j) permitir, ou pelo menos não interferir na utilização de outras substâncias ou materiais durante o tratamento.

Assim, tanto o preparo químico, quanto o mecânico, se tornam fundamentais no tratamento endodôntico.

2.3 MÉTODOS DE ATIVAÇÃO DO IRRIGANTE

De acordo com Munoz e Camacho-Cuadra (2012), a irrigação por agulha convencional (CMI) não consegue fornecer essas soluções 0 a 2 mm além da ponta da agulha e em áreas intrincadas dos canais radiculares, como o terço apical onde

as partículas de gás também podem ficar presas a produzir um efeito de bloqueio de vapor.

A fim de superar as limitações do CNI, diversas técnicas de ativação de irrigante manual ou assistida por máquina (IAT) passaram a ser desenvolvidas. Para Gu *et al.* (2009), as mais populares são: i. ativação dinâmica manual (MDA); ii. irrigação sônica (SI); iii. pressão negativa apical (ANP); e irrigação ultrassônica passiva (PUI), foco da presente pesquisa.

O MDA envolve a inserção repetida de um cone de guta-percha (GP) bem ajustado ao comprimento de trabalho em um canal instrumentado, usando empurrão longitudinal de 3 mm, para produzir pressões hidrodinâmicas que deslocam irrigantes (McGILL *et al.*, 2008).

Dispositivos SI, como *Endoactivator*, produzem um fenômeno hidrodinâmico por meio da oscilação de pontas poliméricas suaves e altamente flexíveis em frequências de 1 - 10 kHz (GU *et al.*, 2009).

O sistema EndoVac ANP exerce pressões negativas sobre os irrigantes para coletar detritos por meio de um vácuo como uma microcânula multiventada, inserida no comprimento de trabalho (GU *et al.*, 2009).

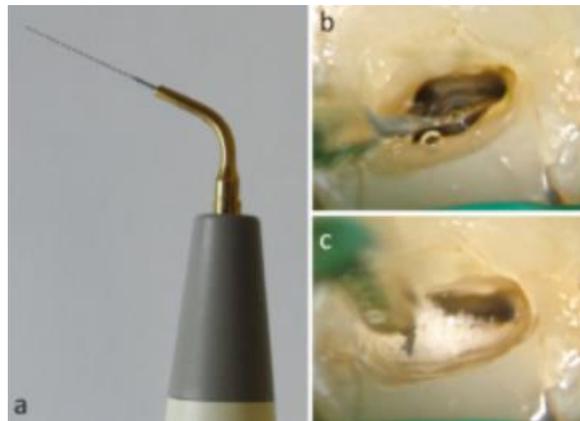
2.4 IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA (PUI)

A Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI) utiliza pontas (Figura1) não cortantes que oscilam livremente em canais moldados em frequências ultrassônicas (2530 kHz), ativando irrigantes por meio de *microstreaming* acústico, como ilustrado na figura 2 (SLUIS *et al.*, 2007).

Figura 1: Agulhas hipodérmicas para irrigação



Figura 2: Operação da PUI



Fonte: PARK, 2013.

Seu objetivo é ativar a solução química irrigadora dentro do SCR, para que esta seja capaz de limpar o local, pois o uso de ultrassom elimina bactérias do canal de maneira mais eficiente do que a instrumentação manual. Após a instrumentação manual, a ativação passiva de limas sônicas ou ultrassônicas por 3 minutos com NaOCl a 5,25% resultou em canais significativamente mais limpos do que apenas com instrumentos manuais (JENSEN *et al.*, 1999).

Dois tipos de irrigação ultrassônica têm sido descritas na literatura. O primeiro é uma combinação de irrigação e instrumentação, a instrumentação ultrassônica (UI), e o segundo refere-se a irrigação ultrassônica passiva (PUI), que opera sem instrumentação simultânea (JENSEN *et al.*, 1999).

Existem dois métodos que podem ser usados como PUI, descritos como irrigação ultrassônica passiva intermitente (PUI) e irrigação ultrassônica passiva contínua (CUI). Na técnica intermitente, a solução irrigadora é inserida no canal radicular por uma seringa e após cada ciclo de ativação ultrassônica é irrigada novamente com uma seringa hipodérmica. Já na irrigação contínua, durante a ativação ultrassônica a solução irrigadora é renovada constantemente por uma cânula acoplada à peça de mão do aparelho de ultrassom (MICHELON *et al.*, 2016).

Sabe-se que a instrumentação ultrassônica (UI) não é um método eficiente ou vantajoso na preparação de canais, pois é difícil controlar o corte da dentina durante seu uso e, portanto, perfurações e canais altamente irregulares, são frequentemente produzidos. Já as técnicas (PUI e CUI) utilizadas como método complementar na irrigação, reforçam a desinfecção e dissolução dos tecidos, demonstrando serem

superiores à Pressão Positiva de Irrigação (PPI) na irrigação final, tanto no alcance da solução irrigadora nos canais laterais como no comprimento de trabalho (LEONI *et al.*, 2016).

Tanomaru *et al.* (2016), em seus estudos, não demonstraram diferença entre as técnicas de irrigação ultrassônica (PUI e CUI) em relação à limpeza dos sistemas de canais. Já Layton *et al.* (2015) concluíram que CUI foi a única técnica eficaz tanto para o alcance da solução no terço apical, como para eliminação de biofilme, quando comparada à técnica manual e à ativação ultrassônica intermitente (PUI).

2.5 IMPORTÂNCIA DA IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA

No método de irrigação ultrassônica passiva, cuja vibração é transversal, nota-se a forma em que a lima é disposta. Trata-se de um modo alongado para sua utilização que culmina por formar nós e anti-nós ao longo do seu comprimento durante a sua utilização.

O termo passivo se refere a criar uma agitação da solução irrigadora no canal radicular sem realizar a instrumentação simultaneamente, entretanto muitos autores consideram essa terminologia inadequada visto que se trata de um processo ativo. O mecanismo de ação da PUI fundamenta-se na transmissão de energia acústica de uma lima em oscilação ou fio liso para agitar a solução irrigadora (SLUIS *et al.*, 2007).

Essa energia é conduzida por ondas ultrassônicas que criam correntes e cavitações durante a transmissão acústica do irrigante. As oscilações possuem frequência de 25- 30 kHz que estão além do limite de audição do ser humano (LEE *et al.*, 2004).

Essa vibração acústica refere-se ao movimento rápido de um fluido em sentido rotatório ao redor de uma lima em vibração dentro de um líquido e vem sendo caracterizada como uma microvibração acústica (SLUIS *et al.*, 2007).

Caso durante o emprego da PUI, a lima tocar nas paredes do conduto radicular acontecerá uma diminuição maior na amplitude de deslocamento da lima em comparação à vibração no qual a lima toca em um nó criado pelo próprio movimento acústico.

Dessa forma, a microvibração acústica se tornará menos ativa quando a lima não vibrar livremente pelo canal radicular, entretanto isso não confere completa estagnação do movimento vibratório.

Uma questão que pode ser levantada com relação a essa técnica refere-se ao aquecimento intracanal. A literatura relata que existe um aumento de temperatura intracanal na ponta da lima de cerca de 37°C para 45°C quando houve uma ativação de 30s do irrigante por ultrassom. Além disso, essa temperatura sofre uma queda de 37° C para 29° C quando o irrigante é renovado com fluxo contínuo de solução. Com relação à intensificação da ação antimicrobiana da PUI, estudos descrevem um aumento na eliminação de bactérias planctônicas (SLUIS *et al.*, 2007).

Com relação à desorganização de biofilmes, há estudos que mostram a eficiência da vibração na remoção ou até mesmo na destruição de biofilme. Já com relação a remoção da camada *smear layer*, muitos estudos afirmam uma remoção bastante significativa dessa camada com tipos e concentrações de soluções irrigadoras diferentes (SLUIS *et al.*, 2007).

A PUI pode ser bastante útil para a limpeza de variações anatômicas do canal radicular. Em canais curvos, a PUI tem se mostrado eficiente principalmente quando associada à utilização de uma lima pré-curvada. Quando avaliada com relação à limpeza de istmo, da mesma forma, também se mostrou superior à irrigação com seringa, pois PUI tem a capacidade de remover restos de tecido de dentina e polpa que encontram-se em uma área de difícil acesso aos instrumentos endodônticos (GU *et al.*, 2009).

Diante de todos os resultados satisfatórios da PUI, existem alguns parâmetros que podem melhorar a eficácia desse sistema e um deles é a conicidade e o diâmetro do canal radicular que irá interferir na quantidade de remoção de restos de dentina, ou seja, quanto maior a conicidade maior será a eliminação da camada *smear layer* (LEE *et al.*, 2004).

Dessa forma, o melhor momento para a ativação de irrigação ultrassônica é após o preparo do canal, pois a lima, ou o fio liso, consegue oscilar livremente pelo canal radicular (SLUIS *et al.*, 2007).

Outro parâmetro é a técnica de troca da solução irrigadora que pode ser feita pelo método de descarga intermitente usando seringa ou por descarga contínua de líquido irrigador (AL-JADAA *et al.*, 2009).

Na técnica de descarga intermitente, a irrigação será infiltrada no canal por uma seringa e recolocada várias vezes após cada ativação, já na irrigação contínua, existe a vantagem de ser mais rápida e permitir uma troca de maior quantidade de solução irrigadora (GU *et al.*, 2009).

Para um melhor aproveitamento da PUI, deve-se utilizar de preferência, limas de pequeno calibre posicionadas em toda extensão do comprimento de trabalho, após o preparo químico-mecânico estar completo. Nesses casos, sabe-se que uma lima de numeração superior a 15 ou 20 deverá oscilar livremente no canal radicular amplo, entretanto, uma lima de tamanho superior ou igual a 25 poderá gerar menos vibrações acústicas do que uma lima 15 ou 20 (AHMAD *et al.*, 1987).

De uma forma geral, observa-se que a PUI é mais eficiente na remoção de restos de dentina, de polpa e bactérias planctônicas, comparando-se a irrigação à base de NaOCl sem ativação ultrassônica (SLUIS *et al.*, 2007).

2.6 INSTRUMENTOS UTILIZADOS NA REALIZAÇÃO DA IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA

De acordo com as necessidades específicas do tratamento endodôntico, inúmeras técnicas e dispositivos de irrigação têm sido testados para melhorar o processo de limpeza e desinfecção do SCR.

Apesar da PUI ser apontada como uma excelente técnica, diversas pesquisas têm sido realizadas no intuito de comparar o efeito destas técnicas. Lançado recentemente no mercado, o *Easy Clean* é um instrumento plástico que tem os mesmos princípios de otimização da ação dos irrigantes. Com uma superfície lisa, com uma secção transversal em forma de asa de aeronave, o *Easy Clean* trabalha em movimento recíprocante (KATO *et al.*, 2016).

Outro novo instrumento é o *XP Clean* (Figura 3), o qual ativa o irrigante, otimizando a remoção de detritos remanescentes, por ele tocar em áreas que não foram limpas durante a modelagem do canal radicular. O *XP Clean* tem uma apresentação semelhante a uma cobra, com secção transversal triangular. Comparando os efeitos dos três protocolos finais de irrigação (*Easy Clean*, PUI e *XP Clean*), com base na literatura disponível e consultada entre 2016 e 2018, tem-se:

Tabela 1: Resultado de nove pesquisas realizadas entre 2016 e 2018.

AUTORES	TÉCNICAS AVALIADAS	TÉCNICAS UTILIZADAS	RESULTADOS
Kato et al. (2016)	PUI e Easy Clean para remoção de camada <i>smear</i> , em seis níveis apicais.	Microscopia eletrônica de varredura ambiental e dois examinadores.	O método Easy Clean promoveu uma limpeza maior das regiões apicais, comparado ao sistema PUI.
Duque et al. (2016)	PUI, Easy Clean, Endoactivator e método convencional.	Imagens de microscópico de varredura, para observação de detritos, após a instrumentação e depois de cada etapa de irrigação.	Tanto o Easy Clean, quanto a PUI, conseguiram uma efetividade maior do que o método convencional. Por meio do uso do Easy Clean, com movimentos contínuos, permite uma limpeza mais adequada dos canais.
De Oliveira et al. (2017)	Easy Clean e EndoActivator.	Análises de microscopia eletrônica de varredura.	O Easy Clean foi, significativamente, superior à EndoActivator.
Elnalghy et al. (2017)	XP-endo Finisher e EndoActivator.	Análise microscópica eletrônica de varredura.	As técnicas XP-endo Finisher e EndoActivator, aparentemente, são eficazes na limpeza dos canais curvos.
Simezo et al. (2017)	PUI e Easy Clean	Imagens de microscopia eletrônica de varredura ambiental.	Os métodos de irrigação apresentam semelhanças, no grau de erosão, na dentina radicular.
Plotino et al. (2018)	Métodos sonoros e ultrassônicos	Cálculos e avaliações das médias e desvios padrão.	Os dois irrigantes obtiverem resultados semelhantes.
Cesario et al. (2018)	Easy Clean em diferentes movimentações (agitação da solução em movimento recíproco e rotação contínua) e PUI.	Tomografia computadorizada, verificando a quantidade de raspas dentinárias e o volume em mm de debris.	Houve semelhança entre o Easy Clean em rotação contínua e PUI, porém, o Easy Clean, em rotação contínua, apresentou maior relevância.
Keskin et al. (2018)	Métodos de irrigação por seringa (SI), PUI e XP-endo Finisher.	Testes de Kruskal-Wallis e Wilcoxon foram utilizados para análises estatísticas.	Na PUI, o tempo intracanal de TAP não afetou a quantidade de remanescente da pasta, enquanto a eficácia de SI e XP foi afetada. No intervalo de 90 dias, o ultrassom removeu uma quantidade, significativamente, maior de pasta antibiótica do que o XP.
De Deus et al. (2018)	XP-endo Finisher e PUI	Tomografias micro computadorizadas.	O XP removeu significativamente mais material de preenchimento de raiz em comparação com a PUI, uma vez que removeu uma média de $\pm 32\%$ do material em comparação com 12% para a PUI.

Fonte: autoria própria, 2022.

Figura 3: XP-endo finisher R



Fonte: SKG: Swiss Endo, 2021.

Com base nos resultados apontados pelos trabalhos mencionados na tabela acima, pode-se verificar que o *Easy Clean* se apresenta como uma nova alternativa para remover os detritos do sistema de canais radiculares, visto que o procedimento da PUI precisa de um espaço mínimo livre entre as paredes do canal para que não haja interferências, isto é, a limpeza não seja prejudicada. Diferentemente do *Easy Clean* que por meio de seu processo de expansão do filamento que adentra o canal, não há a necessidade de espaço maior do que suficiente para a sua entrada, o que tende a garantir uma maior eficácia na limpeza das paredes internas, além de alcançar lugares mais profundos que outros métodos convencionais não alcançariam, nem mesmo a PUI.

Atualmente, a PUI é a metodologia mais usada pelos endodontistas na tentativa de melhorar a assepsia dos canais e limpeza no geral. Entretanto, como se verá adiante, pesquisas apontam que suas pontas ultra sônicas não provocam a vibração necessária na região apical dos canais e, como consequência, não há movimentação adequada para a remoção do biofilme bacteriano.

Por sua vez, devido ao material e design escolhido para o *Easy Clean*, além de não ter essa dificuldade quando não há espaço suficiente para a vibração, não existe dano físico às paredes. Ao nível apical, devido a pequena vibração da ponta ultrassônica, existe uma superioridade da lima plástica na remoção da camada *smear layer* e, conseqüentemente, melhor limpeza das paredes (PRISCO, 2013).

Desse modo, a superioridade tecnológica e da metodologia empregadas no modelo *Easy Clean* tende a se mostrar superior em diferentes aspectos, não somente com relação a limpeza e conseqüentemente à eliminação bacteriana, mas também com relação aos impactos negativos que tal limpeza pode proporcionar às paredes dos canais.

3 DISCUSSÃO

A PUI é uma técnica eficaz na limpeza do SCR, principalmente no segmento apical, é a resposta obtida através da maioria das revisões consultadas. Contudo, no estudo de Kato et al., 2016 foi concluído que a técnica, embora permita maior ativação da solução irrigante no canais laterais do SCR, não o faz até o comprimento de trabalho.

Em seu estudo, Tanomaru *et al.* 2016, utiliza-se de dentes artificiais com quatro canais laterais de dois e sete milímetros. Tais canais receberam um solução de contraste para futura mensuração. Os dentes foram divididos em quatro grupos (n = 8): PUI1 - irrigação intermitente; PUI2 - lavagem contínua; CMI1 - a 1 mm e; CMI2 - a 3 mm. A partir disso, foram feitas imagens antes e depois dos procedimentos, o que permitiu avaliar e analisar o volume, em milímetros cúbicos, da solução de contraste ainda presente nos Canais radiculares principal e lateral dos dentes. Comparação de imagens esta que foi feita através dos testes ANOVA e Tukey com nível de significância de 5%. Os resultados obtidos demonstraram que não houveram grandes diferenças entre PUI1, PUI2 e CMI1 com relação à retirada da solução de contraste do SCR. Isso significa que os métodos empregados nestes procedimentos demonstraram maior limpeza do que o método empregado no procedimento CMI2. Assim, no terço apical, o CMI2 apresentou menor capacidade de limpeza quando comparado aos demais métodos. Já na PUI1 e na PUI2, a técnica realizada foi com uma solução irrigante ativada e com ponta ultrassônica IRRI S de tamanho n. 25, a um milímetro. Também se utilizou de um dispositivo “piezoelétrico” com a frequência de 30 kHz. O período de irrigação da PUI1 foi de 2 mL da solução irrigante nos primeiros 30 segundos com CMI + 20 segundos com PUI + 1 mililitro com CMI por 20 + 20 segundos de PUI, seguido de 2 mililitros com CMI por 30 segundos, perfazendo um volume total de 5 mililitros. O CMI foi realizado com a agulha e seringa 30-G, a 1 milímetro de distância. O procedimento em que a PUI2 foi realizado, foi uma forma bastante semelhante à PUI1, com exceção da irrigação simultânea que foi utilizada durante toda a ativação ultrassônica, ou seja, a lavagem contínua. Por sua vez, o canal radicular recebeu continuamente irrigação com a solução através de uma seringa e agulha que foi posicionada na entrada do canal radicular. Com uma ponta ultrassônica IRRI S de tamanho n. 25 que foi

posicionada a um milímetro e com uma sucção que foi realizada simultaneamente. A partir disso, pode-se concluir que tanto a PUI de lavagem intermitente ou contínua, bem como o CMI com agulha posicionada a 1 mm do comprimento de trabalho foram eficientes para a limpeza dos canais radiculares principais e laterais. (TANOMARU *et al.*, 2016).

Por sua vez, Van der Sluis *et al.* 2007, verificaram que “parece haver pouco consenso sobre a terminologia de irrigação ultrassônica na literatura” pesquisada. Os resultados dessa pesquisa descreveram o mecanismo e também os efeitos da PUI, demonstrando que a microextração acústica e cavitação possuem grande relevância para a eficácia da PUI. Uma descrição precisa do padrão de fluxo do irrigante 'no canal radicular' durante a PUI, por exemplo, ainda não está disponível. Com isso, tem-se, a partir desse referencial teórico estudado, que os mecanismos físicos são os responsáveis pela eficácia da PUI. Alguns dos estudos apresentados pelos autores demonstram uma grande variação por parte da eficácia da PUI. Isso pode corresponder ao fato de que é demasiado complicado conseguir uma padronização do posicionamento do instrumento ativado por ultrassom, exatamente no mesmo lugar no interior do canal radicular e, desse modo, conseguir padronizar a amplitude de deslocamento. Qualquer mudança de posicionamento no canal, por menor que seja, alterará a amplitude de modo geral e isso impactará diretamente na eficácia da PUI. Tal questão, contudo, pode ser superada. Basta, segundo os autores, que se aumente de modo gradual a frequência ultrassônica. Isso porque a velocidade do fluxo do irrigante tende a ser forte o suficiente para que pequenas modificações do instrumento no interior da cavidade tenham pouca ou nenhuma relevância. Neste sentido ainda, tem-se que a água utilizada como irrigante durante a PUI é pouco eficiente se comparada com outros irrigantes, como é o caso do que o NaOCl. Contudo, deve-se levar em conta também a temperatura do líquido, bem como a quantidade das bactérias e toda sorte de impurezas impregnadas no interior da cavidade. Tais fatores auxiliam a explicar os motivos pelos quais a PUI que utiliza de soluções salinas, como é o caso da concentração de 0,9% de NaCl estéril, consegue retirar, de modo evidentemente eficiente um número bastante superior de bactérias planctônicas das paredes do canal radicular, quando comparadas com concentrações também salinas de irrigação, porém com seringa, sem a PUI. Observa-se que, mesmo que soluções salinas não dissolvam os tecidos orgânicos e

tampouco sejam bactericidas, a PUI com tais soluções tende a ser eficiente na remoção de bactérias. Com relação à eficiência da PUI utilizado para limpeza de canais curvos é discutível, pois o resultado de sua utilização foi considerado: “moderada”. A explicação para tal resultado pode ser, por conta do formato do canal radicular apical que se não for suficientemente alargado, não existe espaço suficiente para que o equipamento possa se mover livremente, tampouco o irrigante pode se mover de modo a gerar as condições desejáveis e necessárias para o efeito da PUI. Enquanto conclusões, eles indicam que a PUI tende a ser uma forma de tratamento a ser fortemente considerado para a limpeza do sistema de canais radiculares, além de que o método é o mais eficaz dos tratamentos comparados, como por exemplo, a irrigação com seringa.

As avaliações, *in vitro*, da eficácia de limpeza da PUI a partir de lavagem intermitente/descontinuada ou contínua, quando comparada com a forma de irrigação tradicional do canal radicular se mostrou mais eficiente. Esta eficiência relatada com os protocolos de irrigação somente foi possível com a avaliação de contraste nos canais de teste nos dentes humanos ou nos simulacros feitos de resina. Este estudo com os dentes artificiais objetivaram avaliar a capacidade de limpeza a partir da remoção da solução de contraste. Foi usada uma solução de contraste em conjunto com propilenoglicol e óxido de bismuto, em conformidade com estudos anteriores. Verificou-se que a solução teve a capacidade de preencher plenamente e homogeneamente os canais radiculares. O critério por trás do uso de dentes artificiais foi permitir uma padronização amostral, deixando de lado fatores que poderia influenciar os resultados, como resquícios anteriores, bem como variações anatômicas (TANOMARU *et al.*, 2016).

Foi avaliada também a quantidade acumulada dos resíduos que permaneceram no interior das cavidades radiculares, logo depois do procedimento sem irrigação usando PUI. Do mesmo modo, foi analisado o SCR para mensurar a quantidade remanescente de resíduo logo após a instrumentação/irrigação. Pode-se observar, a partir do comparativo das imagens que o hidróxido de cálcio removido da utilização PUI e do EndoActivator, que ambas técnicas não conseguiram remover por completo o hidróxido de cálcio (TANOMARU *et al.*, 2016; ZART *et al.*, 2014).

Nota-se, com base nos estudos consultados que a irrigação apical vem a ser eficaz e uma etapa importante a ser considerada no tratamento do canal radicular.

Isso porque a limpeza dessa região chamada de terço apical tende a ser dificultosa por conta das características anatômicas presentes na grande maioria dos canais laterais. Levando-se em conta isso, pôde ser observar que tanto a PUI quanto o CMI são eficazes para a remoção do contraste presente no SCR, além de ambos apresentarem uma limpeza superior quando comparadas ao CMI. Ambos os resultados apontam para a importância da correta utilização da agulha no momento da irrigação, inserindo a mesma até o ápice para que se tenha uma limpeza apical eficaz (TANOMARU *et al.*, 2016).

Os autores constataram que muitos estudos pesquisados demonstraram que o uso de NaOCl enquanto solução irrigante em conjunto à PUI tende a apresentar uma limpeza superior quando comparada com o CMI. Isso se dá, possivelmente por conta da movimentação molecular da solução irrigante no interior do SCR, a constância e o padrão de movimento, bem como a sua intensidade, tende a favorecer os aspectos físico-químicos da solução, o que aumenta sua eficiência. Também foi comparada a capacidade da solução em penetrar no interior da cavidade. Concluiu-se, a partir dos testes comparativos que a pressão negativa apical em conjunto com a PUI são fatores associados com a capaz de promover uma grande penetração da solução irrigante, isso tanto no SCR quanto nos canais laterais, a posição da agulha de irrigação deve ser próxima, o máximo possível, do terço apical para que a limpeza seja eficiente (TANOMARU *et al.*, 2016).

Tem-se também a importância do XP-endo finisher R (DE-DEUS, *et al.*, 2019), para a remoção de restos de obturação em canais ovais, que pode ser comparada com os processos aqui já passados. O XP-endo finisher R se trata de uma ferramenta que tem a capacidade de modificar a sua forma, expandindo-se dentro da cavidade a partir do aumento da temperatura. Diante de uma avaliação do desempenho dos instrumentos XP-endo finisher R em comparação ao da irrigação PUI, para a remoção de restos de obturação em canais ovais, utilizando imagens tomográficas microcomputadas, notou-se que o XP-endo finisher R removeu significativamente uma quantidade maior de material obturador de raízes do que o método PUI. Ressaltando que nenhuma das abordagens suplementares foi capaz de remover completamente os resquícios de material de obturação.

Outro comparativo é possível de se ver com o Easy Clean que possui uma atuação parecida com o XP-endo finisher R., porém a diferença entre ambos é que

no caso do Easy Clean se trata de uma lima de plástico que se propõe a remover restos de obturação das paredes do sistema de canais radiculares por meio de uma agitação mecânica de substâncias químicas, bem como do atrito que as suas lâminas tendem a promover no interior das cavidades, com ênfase no terço apical.

Figura 4: Easy Clean



Fonte: Bassi Endodontics, 2021.

Segundo Cesário *et al.* 2018, nota-se que o estudo comparando o Easy Clean e a PUI, com o resultado de que não houve diferença significativa entre os dois métodos. Por sua vez, entre o Easy Clean e as demais técnicas convencionais já repassadas, a diferença foi marcadamente maior no caso do Easy Clean, assim como foram os testes já vistos com relação a PUI.

O que se pode perceber, diante do apontado, é a eficiência da técnica que comparativamente é superior aos métodos convencionais e, com exceção do XP-endo finesher R, no estudo de De-Deus, *et al.*, 2019, é a melhor forma de se promover a limpeza dos canais radiculares infectados ou com restos de obturação.

Embora PUI seja uma técnica promissora existem divergências na literatura quanto à metodologia de sua utilização, de modo que ainda não se estabeleceu um protocolo universal de utilização desse sistema. Em relação ao método do fluxo de irrigação, estudos divergem quanto a maior eficácia entre fluxo contínuo e intermitente, nos quais alguns trabalhos demonstram maior eficácia deste, e outros apontam maior eficácia daquele (Chávez-Andrade 2014). Há também, estudos que não mostram significância estatística entre os métodos de fluxo da irrigação (Tanomaru-Filho *et al.* 2016). Além disso, tempo de irrigação, solução irrigante e

concentração desta mais eficazes ainda não estão estabelecidos, o que dificulta estudos e a difusão da PUI (Justo et al. 2014).

Contudo, também se deve levar em conta a substância utilizada para o processo, pois, segundo Böttcher *et al.*, (2015), uma baixa concentração de substâncias bactericidas, como clorexidina (BÖTTCHER *et al.*, 2015) e hipoclorito de sódio (CRUZ *et al.*, 2014), tende a favorecer a ineficácia dos diferentes tipos de tratamentos, incluindo a PUI. Portanto, além de uma metodologia adequada ao tratamento, deve-se atentar para a sua interação com a substância que será diluída na cavidade e promoverá a limpeza.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da análise dos estudos realizados, verificou-se que a PUI é uma técnica que cumpre com sua função de limpeza e desinfecção do SCR de modo eficiente quando comparada com outros métodos. Com a exceção do Easy Clean que se mostrou superior em diferentes aspectos, tanto quanto à limpeza, quanto a consequente eliminação de bactérias e também se mostrou superior do ponto de vista do impacto causado nas paredes dos canais dentinários.

A maioria dos estudos entra em um consenso de que a PUI, independentemente da solução irrigadora, é mais eficaz na limpeza e desinfecção do SCR do que apenas a irrigação manual convencional. Contudo a atenção à substância irrigatória, bem como a sua diluição de substâncias de limpeza são importantes e merecem atenção.

Comparando a eficácia de outros métodos além da PUI, o Easy Clean despontou como uma nova alternativa para remover os detritos do sistema de canais radiculares, visto que o procedimento da PUI precisa de um espaço mínimo livre entre as paredes do canal para não prejudicar a limpeza. O que não é necessário no Easy Clean. Porém, em vários estudos o Easy Clean e PUI não apresentam uma grande diferença estatística, o que deve ser levado em consideração, contudo tal metodologia se mostra superior por não carecer de meios tão específicos (espaço maior entre as paredes dos canais) e por causarem menos danos às paredes dos canais.

Ao longo da presente pesquisa, evidenciou-se que o ultrassom cria uma velocidade de fluxo do irrigante mais elevado durante a irrigação, penetrando o irrigante para áreas anatômicas do sistema de canais radiculares não exploradas no preparo mecânico.

Tal pesquisa não se propôs a exaurir o tema, mas sim fomentar a discussão sobre a temática que se faz pertinente diante das discrepâncias apontadas no decorrer da pesquisa. Devido a alguns pontos de divergência sobre a temática na literatura, faz-se necessário a execução de estudos mais aprofundados e com maiores amostras, com o objetivo de criar protocolos a serem seguidos pelos profissionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKISUE E, TOMITA VS, GAVINI G, FIGUEIREDO JAP. Effect of the combination of sodium hypochlorite and chlorhexidine on dentinal permeability and scanning electron microscopy precipitate observation. **Journal of Endodontics**. v.36, n.5, p.847-0; 2010.

AL-JADAA A, PAQUÉ F, ATTIN T, ZEHNDER M. Necrotic pulp tissue dissolution by passive ultrasonic irrigation in simulated accessory canals: impact of canal location and angulation. **International Endodontic Journal**. v.42, p.1-20; 2009.

BAUMGARTNER JC. Microbiologic Aspects of Endodontic Infections. **Jornal of the California Dental Association**. v.32, n.6, p. 459-68; 2004.

BERUTTI N, CASTELUCCI A. Access Cavity and Endodontic Anatomy. **II Trident**, v. 11, n.1, p.244-329; 2006.

BOFF TL, ZAMIN C, COGO DM, VANNI JR, HARTMANN MSM, FORNARI VJ. Histological analysis of cleaning capacity in apical third of flattened root canals with passive ultrasonic irrigation. **RSBO (Impr.)**. v.11, n.2, p. 113-7; 2012.

BONAN R, BATISTA A, HUSSNE R. Comparação do Uso do Hipoclorito de Sódio e da Clorexidina como Solução Irrigadora no Tratamento Endodôntico: Revisão de Literatura. **Rev Brasil de Ciências da Saúde**. v.15, n.2, p.237-44; 2011.

BOTTCHER DE, SEHNEM NT, MONTAGNER F, PAROLO CCF, GRECCA FS. Evaluation of the Effect of Enterococcus faecalis Biofilm on the 2% Chlorhexidine Substantivity: An In Vitro Study. **Journal of Endodontics**. v.41, n.8, p.1364-0; 2015.

CESARIO F, DUARTE MAH, DUQUE JA, ALCALDE MP, ANDRADE FB, SO MVR, VASCONCELOS BC, VIVAN RR. Comparisons by microcomputed tomography of the efficiency of different irrigation techniques for removing dentinal debris from artificial grooves. **Journal of Conservative Dentistry**. v.21, n.4, p. 383-7; 2018.

CHÁVEZ-ANDRADE GM, GUERREIRO-TANOMARU JM, MIANO LM, LEONARDO RT, TANOMARU-FILHO M. Radiographic evaluation of root canal cleaning, main and laterals, using different methods of final irrigation. **Rev odontol UNESP (Online)**. v.43, n.5, p.333-7; 2014.

CRUZ A, VERA J, GASCÓN G, PALAFOX-SÁNCHEZ CA, AMEZCUA O, MERCADO G. Debris remaining in the apical third of root canals after chemomechanical preparation by using sodium hypochlorite and glyde: An in vivo study. **Journal of Endodontics**. v.40, n.9, p.1419-23; 2014.

DARDA S, MADRIA K, JAMENIS R, HEDA A, KHANNA A, SARDAR L. An in-vitro evaluation of effect of EDTAC on root dentin with respect to time. **Journal of International Oral Health**. v.6, n.2, p.22-7; 2014.

DE-DEUS G, BELLADONNA FG, ZUOLO AS, CAVALCANTE D. XP-endo Finisher R instrument optimizes the removal of root filling remnants in oval-shaped canals. **International Endodontic Journal**. v.52, n.6, p.899-907; 2018.

DUQUE JA, DUARTE MAH, CANALI LCF, ZANCAN RF, VIVAN 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. **Journal of Endodontics**. v.43, n.2, p.326-31; 2017.

ELNAGHY A, MANDORAH A, ELSAKA S. Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. **Odontology**. v.105, n.2, p.178-83; 2017.

GATELLI G, BORTOLINI MCT. O uso da clorexidina como solução irrigadora em Endodontia. **Revista Uningá**. v.20, n.1, p.119-22; 2014.

GU LS, KIM JR, LING J, CHOI KK, PASHLEY DH, TAY FR. Revisão das técnicas e dispositivos contemporâneos de agitação de irrigantes. **Journal of Endodontics**. v. 35, n.6, p.791-804; 2009.

HAAPASALO M, WANG Z, SHEN Y, CURTIS A, PATTEL P, KHAKPOUR M. Tissue dissolution by a novel multisonic ultracleaning system and sodium hypochlorite. **Journal of Endodontics**. v.40, n.8, p.1178-81; 2014.

JENSEN SA, WALKER TL, HUTTER JW, NICOLL BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. **Journal of Endodontics**. v.25, n.11, p.735-8; 1999.

JOY J, MATHIAS J, SAGIR VMM, BABU BP, CHIRAYATH KJ, HAMEED H. Bacterial Biofilm Removal Using Static and Passive Ultrasonic Irrigation. **J Int Oral Health**. v. 7, n.7, p. 42-7; 2015.

JUSTO AM, ROSA RA, SANTINI MF, FERREIRA MBC, PEREIRA JR, DUARTE MAH. Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. **Journal of Endodontics**. v.40, n.12, p.2009-14; 2014.

KATO AS, CUNHA RS, BUENO CES, PELEGRINE RA, FONTANA CE, MARTIN AS. Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: An environmental scanning electron microscopic study. **Journal of Endodontics**. v.42, n.4, p. 659–63; 2016.

KESKIN C, GULER DH, SARIYILMAZ E. Effect of intracanal time of triple antibiotic paste on its removal from simulated immature roots using passive ultrasonic irrigation and XP-endo Finisher. **Journal of Dental Research**, v.12, n.4, p.288-93; 2018.

LAYTON G, WU WI, SELVAGANAPATHY PR, FRIEDMAN S, KISHEN A. Fluid Dynamics and Biofilm Removal Generated by Syringe-delivered and Ultrasonic-

assisted Irrigation Methods: A Novel Experimental Approach. **J Endod.** v.41, n.6, p.884-9; 2015.

LEE SJ, WU MK, WESSELINK PR. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from different-sized simulated plastic root canals. **International Endodontic Journal.** v.37, n.9, p. 607-12; 2004.

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.** v.50, n.4, p. 398-406; 2016.

MCGILL S, GULABIVALA K, MORDAN N, NG YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo[®]) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. **International Endodontic Journal.** v.41, n.7, p.602-8; 2008.

MICHELON C, FRIGHETTO M, LANG PM, BELLODI MC, PILLAR R, SERPA GF, BIER CAS. Eficácia da irrigação ultrassônica passiva na remoção de material obturador durante o retratamento endodôntico. **Revista de Odontologia da UNESP.** v.45, n.1, p.15-20; 2016.

MUNOZ HR, CAMACHO-CUADRA K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. **Journal of Endodontics.** v.38, n.4, p.445-8; 2012.

PARK E. Ultrasonics in endodontics. **Endodontic Topics.** v. 29, n.1, p.125-59; 2013.

PLOTINO G, GRANDE NM, MERCADE M, CORTESE T, STAFFOLI S, GAMBARINI G, TESTARELLI L. Efficacy of sonic and ultrasonic irrigation devices in the removal of debris from canal irregularities in artificial root canals. **Journal of Applied Oral Science.** v.27, p.1-6; 2019.

PRISCO FC. **Tsunami Easy Clean.** 2013. Disponível em: <https://www.ident.com.br/flavioprisco/artigo/23647-tsunami-easy-clean>. Acesso em fevereiro de 2021.

RODRIGUES MIQ, FROTA, MMA, FROTA LMA. Uso da irrigação ultrassônica passiva como medida potenciadora na desinfecção do sistema de canais radiculares—**revisão de literatura.** **Revista Brasileira de Odontologia.** v.73, n 4, p. 320-4; 2016.

SALAS MM, DE LA CASA ML, BULACIO MA, MANLLA AM, LÓPEZ ME. Contenido químico de soluciones después de la irrigación del conducto radicular dentario. **Acta. Bioquímica. Clínica. Latinoamericana.** v.46, n.4, p.613-23; 2012.

SILVA LJM, PESSOAS OF, TEIXEIRA MBG, FERREIRA CG. Micro-CT evaluation of calcium hydroxide removal through passive ultrasonic irrigation associated with or

without an additional instrument. **International Endodontic Journal**. v.48, n.8, p.768-73; 2014.

SILVA JM, MARCELIANO MFV, SOUZA PARS, LAMARÃO SMS. Endodontic infection as factor of risk for systemic manifestations: review of the literature. **Rev Odontol UNESP**. v.36, n.4, p.357-64; 2007

SIMEZO AP, BUENO CES, CUNHA RS, PELEGRINE RA, ROCHA DGP, MARTIN AS, KATO AS. Comparative analysis of dentinal erosion after passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron study. **J. Endod**. v.43, n.1, p.141-6; 2017.

SIQUEIRA JR JF, IZABELA NR, LOPES HP. **Medicação Intracanal**. cap. 14. In: LOPEES HP, SIQUEIRA JF Jr, Endodontia: Biologia e Técnica. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

SIQUEIRA JR JF, RÔÇAS IN, SOUTO R, DE UZEDA M, COLOMBO AP. Actinomyces species, streptococci, and Enterococcus faecalis in primary root canal infections. **Journal of Endodontics**. v.28, n.3, p.168-72; 2002.

SIQUEIRA JR JF, RÔÇAS IN, SOUTO R, UZEDA M, COLOMBO AP. Microbiological evaluation of acute periradicular abscesses by DNA-DNA hybridization. **Oral Radiol Endod**. v.92, n.4, p.451-7; 2001.

SIQUEIRA JR JF, UZEDA M, FONSECA ME. A scanning electron microscopic evaluation of in vitro dentinal tubules penetration by selected anaerobic bacteria. **J. Endod**. v.22, n.6, p.308-0; 1996.

SUNDQVIST G, UNQVIST G. Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. v.78, n.1, p.522-30; 1994.

SVENSÄTER G, BERGENHOLTZ G. Biofilms in endodontic infections. **Endod Topics**. v.9, p. 27-36; 2004.

TANOMARU FILGO M, TORRES FFE, 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**. v.20, n.7, p.1541-6; 2016.

VAN DER SLUIS LW, VERSLUIS M, WU MK, WESSELINK PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. **International Endodontic Journal**. v.40, n.6, p.415-26; 2007.

VIOLICH DR, CHANDLER NP. The smear layer in endodontics – A review. **International Endodontic Journal**. v.43, n.1, p.2-15; 2010.

ZART PTM, MICHELON C, ZANATTA FB, BIER CAS, MANFIO AP. Eficácia da irrigação ultrassônica passiva na remoção de hidróxido de cálcio. **Revista de Odontologia da UNESP**. v.43, n.1, p.15-23; 2014.