

UNIVERSIDADE TIRADENTES

MARÍLIA FREIRE RIBEIRO

VANESSA HORA FEITOSA

IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA: ASPECTOS  
BIOLÓGICOS E CONTEXTO ATUAL

Aracaju

2016

MARÍLIA FREIRE RIBEIRO

VANESSA HORA FEITOSA

IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA: ASPECTOS  
BIOLÓGICOS E CONTEXTO ATUAL

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Coordenação do  
Curso de Odontologia da  
Universidade Tiradentes como  
parte dos requisitos para  
obtenção do grau de Bacharel  
em Odontologia.

JULIANA YURI NAGATA

Aracaju

2016

MARÍLIA FREIRE RIBEIRO

VANESSA HORA FEITOSA

IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA: ASPECTOS  
BIOLÓGICOS E CONTEXTO ATUAL

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Coordenação do  
Curso de Odontologia da  
Universidade Tiradentes como  
parte dos requisitos para  
obtenção do grau de Bacharel  
em Odontologia.

Aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Banca Examinadora

---

Prof. Orientador: \_\_\_\_\_

---

1º Examinador: \_\_\_\_\_

---

2º Examinador: \_\_\_\_\_

---

## **AUTORIZAÇÃO PARA ENTREGA DO TCC**

Eu, Juliana Yuri Nagata orientadora dos discentes Vanessa Hora Feitosa e Marília Freire Ribeiro atesto que o trabalho intitulado: “IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA: ASPECTOS BIOLÓGICOS E CONTEXTO ATUAL” está em condições de ser entregue à Supervisão de Estágio e TCC, tendo sido realizado conforme as atribuições designadas por mim e de acordo com os preceitos estabelecidos no Manual para a Realização do Trabalho de Conclusão do Curso de Odontologia.

Atesto e subscrevo,

---

**Juliana Yuri Nagata**

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes”.*

Marthin Luther king

## AGRADECIMENTOS

À Deus por ter permitido que tudo isso acontecesse, nos dando saúde e força para vencer as dificuldades.

Aos nossos pais, nosso porto seguro, por tudo amor, carinho e apoio incondicional.

À nossa querida orientadora Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Juliana Yuri Nagata pelo conhecimento transmitido, dedicação, competência, paciência, carinho e por nos ensinar a realizar uma odontologia mais humana.

Aos nossos familiares pelo apoio, cumplicidade e estímulo.

Aos amigos que conquistamos durante essa caminhada na faculdade e aos amigos antigos que nunca deixaram de incentivar e nos proporcionar excelentes momentos que jamais esqueceremos.

Aos professores que fizeram parte da graduação e colaboraram na nossa formação profissional.

A todos que direta, ou indiretamente, fizeram parte da realização deste trabalho.

# IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA: ASPECTOS BIOLÓGICOS E CONTEXTO ATUAL

Vanessa Hora Feitosa<sup>1</sup>, Marília Freire Ribeiro<sup>1</sup>, Juliana Yuri Nagata<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Odontologia- Universidade Tiradentes; <sup>2</sup> PhD. Professor Titular do curso de Odontologia- Universidade Tiradentes

---

## Resumo

A irrigação ultrassônica passiva (PUI) é a técnica utilizada para desinfecção mais eficaz do canal radicular durante o seu preparo, melhorando a capacidade de dissolver tecidos, remover *smear layer* e alcançar lugares que a irrigação convencional não alcança. Existem vários estudos que descrevem a técnica PUI, mas nenhum até o momento revisou comparativamente as diferentes formas de PUI, discutindo os aspectos relacionados à infecção do canal radicular e aos desafios anatômicos. Diante disso, esta revisão de literatura tem como objetivo levantar bibliograficamente aspectos relacionados à PUI, avaliando os tipos de irrigação dos canais radiculares que têm surgido nos últimos anos. Para esse levantamento bibliográfico, foram pesquisados artigos indexados nas bases de dados: Pubmed, Scielo, e Google Acadêmico. Inicialmente foi descrito o desenvolvimento da infecção no sistema de canais radiculares, os tipos de Substâncias químicas auxiliares, a importância do processo de irrigação, os tipos de irrigação dos canais radiculares, a importância da PUI no tratamento endodôntico, os principais resultados dos estudos sobre PUI e por fim as novidades e perspectivas futuras sobre irrigação. Observou-se que a PUI tem se mostrado mais eficiente que a irrigação manual e irrigação sônica na remoção de detritos e *smear layer* do sistema de canais radiculares.

Palavras Chaves: Irrigação Ultrassônica Passiva, soluções irrigantes, desinfecção, canal radicular.

---

## Abstract

The Passive ultrasonic irrigation (PUI) is the technique used for a more effective disinfection of the root canal during its preparation, which improves the power of dissolve tissues, removes smear layer and reaches places where conventional irrigation does not reach. There are several studies that describe the PUI technique, but none of them have so far revised, in a comparatively way the different forms of PUI, by discussing aspects related to root canal infection and its anatomical challenges. Therefore, this literature review aims to rise through a bibliographical approach the aspects related to PUI, in order to evaluate the types of irrigation of root canals that has arisen in recent years. For this bibliographic survey the articles indexed in databases were searched: PubMed, Scielo, and Google Scholar. It was first described the development of infection in the root canal system, the types of auxiliary chemical substances, the importance of the irrigation process, the different kinds of irrigation of the root canals, the importance of PUI in endodontic treatment, the main results of PUI And finally the new ideas and future perspectives about irrigation. It was observed that PUI has been shown to be more efficient than manual irrigation and also sonic irrigation in order to remove debris and smear layer from the root canal system.

Keywords: Passive ultrasonic irrigation; irrigant solutions; disinfection; root canal.

---

## INTRODUÇÃO

O sucesso do tratamento endodôntico depende da remoção eficaz de microrganismos (MO) e restos de tecido pulpar vital ou necrosado do sistema de canais radiculares, por meio de um adequado preparo químico-

mecânico (LEE et al., 2004; HÜLSMANN & HAHNW, 2000; TORABINEJAD et al., 2003). Entretanto, mesmo após a instrumentação, MO são identificados em 40 a 60% dos canais radiculares (BYSTRÖM E SUNDQVIST, 1985).

Esses MO estão localizados onde o instrumento e a solução irrigadora não alcançam, como canais laterais, istmos, deltas apicais e ramificações, instalando uma infecção intratubular (NAIR et al., 2005; RICUCCI et al., 2009; LOVE & JENKINSON, 2002; MATSUO et al., 2003; PETERS et al., 2001).

Dentro deste contexto, tem surgido a irrigação ultrassônica passiva (PUI) para aumentar a eficácia da irrigação durante o tratamento endodôntico (GU et al., 2009). PUI é 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 da solução irrigadora (SLUIS et al., 2007). Essa agitação da solução irrigadora por ultrassom melhora sua capacidade de dissolver tecidos, contribuindo inclusive para a remoção de *smear layer* (AL-JADAA et al., 2009). A aplicação do PUI requer o uso de limas de pequeno diâmetro, as quais conseguem oscilar com maior facilidade dentro do canal radicular (HUQUE et al., 1998).

O emprego do ultrassom trabalha em altas frequências, e baixas amplitudes, de forma que as limas atuem em uma vibração transversal (WASLMSLEY & WILLIAMS, 1989). Existem vários estudos que descrevem a técnica PUI, além de pesquisas que comprovam sua eficácia, mas poucos, até o momento, revisaram comparativamente as diferentes formas de PUI, discutindo os aspectos relacionados à infecção do canal radicular e os desafios anatômicos. Revisar esse tema atual na Endodontia pode contribuir para direcionar o cirurgião dentista na escolha da técnica mais acessível e que se adapte melhor às suas necessidades para que assim possa obter o sucesso do tratamento endodôntico.

Diante disso, esta revisão de literatura tem como objetivo levantar bibliograficamente aspectos relacionados à PUI, caracterizando seus efeitos e mecanismo de ação sobre o canal radicular, avaliando também os tipos de irrigação dos canais radiculares que tem surgido nos últimos anos.

## 2) REVISÃO DE LITERATURA

Para elaborar dessa revisão, foram discutidos tópicos relevantes relacionados à Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI): (1) Infecção no sistema de canais radiculares – biofilme; (2) Substâncias químicas auxiliares; (3) Importância do processo de irrigação no sistema de canais radiculares (Desinfecção do sistema de canais radiculares e Atuação das substâncias químicas auxiliares em ramificações do canal radicular); (4) Tipos de irrigação dos canais radiculares; (5) Importância da Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI); (6) Principais resultados dos estudos sobre PUI; (7) Novidades e perspectivas futuras sobre irrigação dos canais radiculares.

### 2.1) INFEÇÃO NO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES – BIOFILME

A infecção dos tecidos pulpar e perirradicular ocorre devido a lesões cariosas, exposição traumática ou mecânica. Para entender o processo de contaminação dos canais radiculares, é importante conhecer sua base histórica. No século XVII, o holandês Antony Van Leeuwenhoek foi o primeiro a relatar a presença de bactérias em canais radiculares, e cerca de 200 anos depois suas pesquisas foram confirmadas por Koch (SIQUEIRA *et.al* 2010). Inspirado em Koch, Miller (1894) por meio de coletas de polpas necrosadas, associou a patologia perirradicular à presença de bactérias, encontrando, após análise microscópica, células bacterianas com formatos de cocos, bacilos e espirilos (SIQUEIRA *et al.*, 2010). Observou também que as espécies microbianas, presentes no canal radicular, eram diferentes dos MO que estavam presentes na polpa coronária. Mais tarde, Kakehashi (1965), chegou a conclusão que tecidos pulpares livres de bactérias levam ao reparo da polpa, por outro lado, a presença de contaminação do tecido pulpar levará à necrose pulpar ou inflamação grave podendo ocorrer posteriormente lesões do tecido perirradicular (LOPES & SIQUEIRA, 2010).

A continuidade dessas pesquisas identificaram mais de 200 espécies



microbianas coletadas de sistemas de canais radiculares contaminados, estando dispostas em arranjos de 4 a 7 espécies por canal (BAUMGARTNER & FALKLER, 1991; RÔÇAS et al., 2001; SIQUEIRA et al., 2001). Para um MO se estabelecer no sistema de canais radiculares existem restrições que garantem ou não sua sobrevivência, como por exemplo uma quantidade limite de MOs, grau de patogenicidade suficiente para manter-se no canal, estar em um local onde tenha acesso aos tecidos perirradiculares, e um baixo número de MO inibidores (SIQUEIRA, 2002). A própria estrutura complexa do sistema de canais radiculares garante aos MO ambiente favorável ao crescimento e conseqüentemente formação de biofilme (NAIR, 2006; NAIR et al., 2005). Biofilmes são estruturas constituídas por uma matriz composta por proteínas, polissacarídeos, material celular e sais numa solução aquosa (SVENSÄTER & BERGENHOLTZ, 2004).

Outro aspecto relevante a ser destacado está relacionado à classificação dos tipos de infecção endodôntica as quais se instalam em locais diversos e em momentos diferentes (SIQUEIRA, 1997). O tecido pulpar necrosado, por exemplo, leva a infecção do canal radicular classificada como primária (SIQUEIRA, 2002). Essa infecção tem início com bactérias facultativas que estarão predominantes no início da infecção do conduto radicular sendo posteriormente invadidas por bactérias anaeróbias estritas (SIQUEIRA, 2002). A sintomatologia dessa infecção pode ser determinada pela virulência de cada patógeno e pela quantidade de células bacterianas (SIQUEIRA, 2002). Já a infecção 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 (SIQUEIRA, 1997). E por último, quando os procedimentos de desinfecção do canal já foram realizados, mas os MO resistem aos mesmos, ocorrerá a infecção persistente intrarradicular, que poderá ser causada por uma infecção secundária

(SIQUEIRA, 2002). A extensão da contaminação do canal radicular pode ocasionar uma infecção além dos limites intrarradiculares comprometendo agora os tecidos perirradiculares (SIQUEIRA et al., 2010). A infecção extrarradicular pode ser considerada pouco comum por alguns autores, sendo sua forma mais frequente o abscesso perirradicular agudo (SIQUEIRA, 2002). A persistência de MOs 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) O PAPEL DAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS AUXILIARES

O sistema de canais radiculares (SCR) apresenta uma morfologia complexa que poderá dificultar uma desinfecção adequada do conduto radicular (REGAN & FLEURY, 2006). Para alcançar êxito nessa desinfecção, soluções irrigadoras devem ser utilizadas, uma vez que apenas o desbridamento mecânico não é capaz de promover uma limpeza adequada do SCR (REGAN & FLEURY, 2006).

Existem vários tipos de soluções irrigantes usadas no tratamento endodôntico sendo as mais empregadas e estudadas atualmente o hipoclorito de sódio (NaOCl) e a clorexidina (KRAUTHEIM et al., 2004). O hipoclorito de sódio recebeu destaque como um desinfetante no fim do século XIX na primeira guerra mundial (ZEHNDER, 2006). Na Odontologia foi utilizado pela primeira vez em 1936 por Walker (REGAN & FLEURY, 2006). Refere-se a substância que mais se aproxima do irrigante ideal por possuir capacidade de dissolver tecidos necróticos e os componentes orgânicos da camada de *smear layer* (NAENNI et al., 2004). Além disso, tem sido eficaz na eliminação de patógenos endodônticos dispostos em biofilme e na inibição de endotoxinas (SILVA et al., 2004). O hipoclorito também vem

sendo utilizado associado à ativação ultrassônica com a finalidade de melhorar a eficácia da desinfecção do canal radicular (CAMERON, 1987).

Apesar de todas as vantagens do NaOCl, ele não é capaz de dissolver os componentes inorgânicos produzidos após a instrumentação do canal radicular (*smear layer*) desta forma torna-se necessária a complementação da irrigação com agentes quelantes (LESTER & BOYDE, 1977). O ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) refere-se ao quelante mais empregado sendo capaz de remover íons cálcio da camada de *smear layer* (REGAN & FLEURY, 2006). Trata-se de uma substância desmineralizadora e biocompatível, com capacidade antisséptica limitada (PATTERSON, 1963). Dessa forma, a associação de NaOCl e EDTA tem sido o protocolo de irrigação mais empregado atualmente. Apesar de vantajosa, existem estudos que relatam que essa associação pode enfraquecer as paredes dentinárias, pois acredita-se que o uso dessas substâncias pode reduzir a elasticidade, a resistência e a flexão da dentina radicular, por meio da degradação dos túbulos dentinários (REGAN & FLEURY, 2006; TORABINEJAD et al., 2002; TORABINEJAD et al., 2003; GOLDSMITH et al., 2002; CALT & SERPER et al., 2002). Para minimizar essas limitações, uma nova substância foi elaborada com finalidade de realizar a desinfecção do canal sem interferir substancialmente na composição dos túbulos dentinários (TORABINEJAD et al., 2003). Trata-se do MTAD (Tulsa Dentsply, EUA), composto por (1) Doxiciclina, um antibiótico bacteriostático, com boa substantividade, (2) Ácido cítrico que apresenta propriedades antibacterianas e ação quelante; e, (3) um detergente Tween-80 (REGAN & FLEURY et al., 2006). Apesar de suas boas propriedades, essa solução não é capaz de dissolver tecido orgânico, além disso é ineficaz contra o *Enterococcus faecalis* (REGAN & FLEURY et al., 2006; DUNAVANT et al., 2006).

Uma alternativa ao emprego do NaOCl refere-se à clorexidina, que foi desenvolvida em 1940 e é considerada uma opção principalmente em casos de

pacientes alérgicos ao NaOCl ou dentes com rizogênese incompleta (ZEHNDER, 2006). Trata-se de uma base forte e estável que em baixas concentrações é bacteriostática e em altas concentrações é bactericida (LEONARDO et al., 1999). No tratamento endodôntico a concentração mais indicada é de 2%, entretanto não é considerado o irrigante mais utilizado na Endodontia por ser menos eficiente contra bactérias Gram-positivas, e incapaz de dissolver os tecidos pulpare (ZAMANY et al., 2003). Considerando as propriedades vantajosas do NaOCl e da Clorexidina, já se pensou em associar essas duas substâncias para melhorar a eficácia da desinfecção, porém, o contato entre esses irrigantes forma a paracloroanilina (PCA) (KURUVILLA & KAMATH, 1998). A PCA pode ser responsável por manchar o dente e também bloquear os túbulos dentinários, prejudicando a obturação dos canais radiculares (BASRANI & HAAPASALO, 2012). Desta forma deve-se evitar utilizar NaOCl e clorexidina em associação ou quando a mesma se fizer necessária, recomenda-se intercalar o uso de cada substância com irrigação abundante com solução fisiológica estéril.

Existem também outras soluções irrigadores, como o vinagre de maçã, ácido cítrico e o QMix. O vinagre de maçã forma uma substância biodegradável e de baixo custo, capaz de remover a *smear layer* do canal radicular (SPANÓ, 2009). Sua eficácia antimicrobiana foi comparada ao do EDTA e solução de Dakin, sendo observado que todas as soluções foram satisfatórias na eliminação de *Enterococcus faecalis* durante 24, 48, 72 horas e sete dias. e a associação com o EDTA aumentou a capacidade de remoção de *smear layer* (SPANÓ, 2009). Já o ácido cítrico refere-se a um ácido orgânico fraco presente no limão e na laranja, e que em contato com o cálcio forma o citrato de cálcio que pode ser considerado o responsável pela remoção da *smear layer* (TORABINEJAD et al., 2003; SPANÓ, 2009).

Uma nova substância irrigadora refere-se ao QMIX, que foi criada no Canadá pela empresa

DENTSPLY/Tulsa, apresentando em sua composição EDTA, clorexidina e um detergente que não é revelado pela empresa (STOJICIC et al., 2012). Apresenta ação antimicrobiana, quelante de íons cálcio, e o detergente em sua composição diminui a tensão superficial e aumentar a molhabilidade, já que não apresenta nenhum componente capaz de dissolver tecido pulpar (STOJICIC et al., 2012; ELIOT et al., 2014.).

### **2.3.) IMPORTÂNCIA DO PROCESSO DE IRRIGAÇÃO NO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES**

#### **2.3.1.) DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES**

Como bastante discutido, sabe-se da importância das bactérias e seus produtos como fatores desencadeadores no desenvolvimento de doenças periapicais (SIQUEIRA et al., 2000). Para combater a presença dessas bactérias, a maioria dos estudos demonstra que independente do irrigante, a quantidade de bactérias é reduzida significativamente após o seu uso combinado à instrumentação (SIQUEIRA et al., 1999).

Como já mencionado, o irrigante mais utilizado e recomendado é o NaOCl, que apresenta ótima ação antibacteriana, devido ao seu elevado pH que provoca a ruptura da membrana citoplasmática bacteriana (BAUMGARTNER & CUENIN, 1992). Um dos primeiros estudos sobre a concentração ideal para atuar contra a contaminação dos canais radiculares relatou que a concentração de 5,25% de NaOCl era a mais eficaz para extinção das cepas bacterianas, entretanto tratava-se de uma concentração que poderia ser citotóxica (SPANGBERG et al., 1973). Outro pesquisador observou que as concentrações que variam de 0,9 a 8% não apresentavam citotoxicidade significativa quando testadas em cobaias (THÉ, 1980). Mais tarde, um estudo em animais demonstrou que NaOCl a 5,25% apresentou maior toxicidade que as concentrações menores de NaOCl e que a clorexidina (YESILSOY et al.,

1995). Adicionalmente à concentração do irrigante, estudos tem demonstrado que a ação de fluxo e refluxo do irrigante também é capaz de lavar e remover as bactérias do canal radicular (SIQUEIRA et.al 2000).

De forma semelhante, o irrigante clorexidina 2% tem sido considerado uma opção eficaz na descontaminação dos canais radiculares, apresentando grande atividade contra o *Enterococcus faecalis*, entretanto com deficiência em dissolver restos de tecidos necrosados (WANG et al., 2007). Além de ser eficaz na eliminação bacteriana apresenta substantividade que possibilita a extensão do seu tempo de ação (BORGES et al., 2012). Comparativamente, a atividade da clorexidina contra os patógenos endodônticos já se mostrou superior ao NaOCl criando uma maior zona média de inibição microbiana contra o *E. faecalis* quando se comparou a clorexidina gel 2% ao NaOCl (1% e 2,5%) (VIANNA et al., 2009, MORGENTAL et al., 2011). Além da clorexidina líquida existe uma formulação em gel, que é composta pelo natrosol, um agente hidrossolúvel inerte, altamente eficiente utilizado para espessar géis, sabonetes e shampoos (FERRAZ et al., 2007). Essa clorexidina gel tem demonstrado boa capacidade na remoção da camada de *smear layer* e também ação na eliminação de *Enterococcus faecalis* do canal (FERRAZ et al., 2001; FLACH et al., 2015).

Com o objetivo de melhorar a atuação dos irrigantes, muitas combinações como o QMix tem sido criadas, a qual se caracteriza por apresentar propriedades antibacterianas e quelantes (BERBER et al., 2006). Essa solução tem sido indicada para inibir a proliferação de *Enterococcus faecalis* e *Candida albicans*, apresentando também baixa tensão superficial e pH ligeiramente acima do neutro (JOSÉ J. et al., 2016). Quando comparado à clorexidina 2%, EDTA 17% e NaOCl 3% demonstrou menor toxicidade, e maior eficácia antimicrobiana, entretanto apresenta um custo mais elevado (CHANDRASEKHAR et al., 2013; JOSÉ J. et al., 2016).

Produtos naturais também tem sido amplamente pesquisados como substâncias químicas auxiliares. Extrato de ervas naturais como folha de goiaba e aloevera são substâncias que apresentam atividade antibacteriana e tem sido pesquisadas como soluções irrigadoras (BISWAS et al., 2013; ATHIBAN et al., 2012). A ação antibacteriana do extrato da folha de goiaba provavelmente é atribuída à presença de proteínas inibidoras da poligalacturonase na parede da célula (RAVI & DIVYASHREE, 2014). Já o extrato de aloevera apresenta entre seus componentes o látex que possui ação antimicrobiana (OSATO et al., 1993). Um estudo comparou essas duas substâncias e observou que o extrato de folha de goiaba foi mais eficaz que o de aloevera, além disso o extrato de folha de goiaba mostrou-se semelhante ao NaOCl 2,5 % (JOSE et al., 2016).

Recentemente, o laser e sua relação com a irrigação na Endodontia vêm sendo amplamente estudada com resultados que demonstram melhora na desinfecção dos canais radiculares dos laser diodo, laser de gás, érbio: YAG laser, e neodímio: YAG (PLOTINO et al., 2016). Importante destacar que a utilização do laser sozinho não apresenta eficácia relevante, e quando agregado a protocolos já existentes podem apresentar uma desinfecção do canal mais efetiva (BERGMANS et al., 2006).

Diante da variedade de substâncias e protocolos de irrigação, não existe até o momento um irrigante ideal, e a escolha da solução deverá considerar uma ótima ação antimicrobiana e que não cause toxicidade acentuada aos tecidos periapicais.

### **2.3.2) ATUAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS AUXILIARES EM RAMIFICAÇÕES DO CANAL RADICULAR**

Segundo um antigo estudioso, “o mais importante na terapêutica dos canais radiculares é o que se retira de seu interior e não o que nele se coloca” (SACHS apud LEONARDO, LEAL, 1998). Um importante fator que pode

comprometer a limpeza adequada refere-se à anatomia complexa do sistema de canais radiculares, visto que muitas vezes apenas o desbridamento mecânico pode não alcançar áreas de difícil acesso do canal radicular sendo então necessário o uso de soluções irrigadoras que possam agir por meio do desbridamento químico (GOMES et al., 2006). Ainda que o NaOCl seja efetivo na remoção de bactérias e restos teciduais do conduto radicular ele pode não alcançar áreas mais complexas do sistema do canal radicular e sua ação rápida pode reduzir a eficácia sobre bactérias mais difíceis de serem removidas (SIQUEIRA et al., 2000).

Durante a instrumentação, idealmente, o líquido irrigador deve atuar em toda extensão do canal radicular, incluindo túbulos dentinários, deltas apicais, canais laterais e istmos, ou seja, garantir a máxima remoção de fatores que futuramente possam ser os causadores de insucesso endodôntico (GREGORIO et al., 2010). Além disso, canais curvos e atrésicos, geralmente dificultam a entrada da agulha no momento da irrigação (LOPES et al., 2010). Nesses casos de canais curvos tem sido recomendado o uso de agulhas mais flexíveis. Diante da interferência das complexidades anatômicas dos sistemas de canais radiculares, tem sido pesquisado a relação entre o tipo de irrigante na limpeza do canal radicular, chegando-se à conclusão que não foi verificada diferença significativa no grau de limpeza efetiva desses canais, entre as soluções testadas (NaOCl; acetato bis- decalínio; solução salina) (KAUFMAN & GREENBERG, 1986).

Um processo de irrigação-aspiração eficaz poderá ser executado na forma de um sistema de irrigação manual ou com o emprego de dispositivos de agitação da solução irrigante. Além disso, a irrigação pode ser realizada por pressão positiva ou negativa (GU et al., 2009). Essas novas formas de irrigação vem surgindo para maximizar a limpeza das regiões de difícil acesso à instrumentação, dentre elas a agitação ultrassônica de solução de irrigação, a qual tem demonstrado capacidade de melhorar a limpeza dos condutos e da região de istmo (CASTELO-BAZ et al., 2012).

## 2.4) TIPOS DE IRRIGAÇÃO DOS CANAIS RADICULARES

Com o passar dos anos foram desenvolvidas técnicas para levar as soluções irrigadoras a toda extensão do canal radicular e outros sistemas que além de irrigar, também agitam a solução irrigadora no interior do canal radicular (GU et al., 2009). Entre essas técnicas/ sistemas estão a irrigação ultrassônica, *brush*, *microbrush*, irrigação sônica, RinsEndo, e o sistema de pressão negativa apical.

A técnica de agitação manual da solução irrigadora pode ser considerada a mais simples e de fácil execução. Nessa técnica, a ação de mover verticalmente e passivamente a lima no canal, irá gerar a penetração do líquido, na tentativa de diminuir a presença de bolhas de ar intracanal (PARAGLIOLA et al., 2010; BRONNEC et al., 2010; VERA et al., 2012). Outra técnica que se enquadra na categoria de agitação manual refere-se ao emprego de um cone de guta percha movido diversas vezes verticalmente até alcançar o comprimento de trabalho, na presença de líquido irrigador (PARAGLIOLA et al., 2010; CARON et al., 2010). Pesquisa-se também o uso de escovas para remoção de *smear layer* das paredes do canal (ZMERNER et al., 2009; GOEL & TEWARI 2009). Nesse sentido, na década de 90 foi idealizado o *endobrush* que se refere a uma escova em espiral com cerdas de nylon que fazem movimentos giratórios de forma que o líquido irrigador possa penetrar nos canais laterais e istmo (KEIR et al., 1990). Sustentando essa ideia, nos últimos anos também surgiu o *microbrush*. O *microbrush* giratório é uma escova que apresenta um eixo e formato cônicos, favorecendo a remoção de *smear layer* e o desbridamento do canal radicular, por meio de movimentos giratórios de 300 rpm, de forma que as cerdas penetrem nos locais que não foram submetidos à instrumentação mecânica (RUDDLE, 2001; WEISE et al., 2007).

Outra forma criada para intensificar a limpeza dos canais radiculares refere-se à ativação da solução irrigadora por ondas sonoras (PARAGLIOLA et al., 2010; RUDDLE, 2008). A irrigação sônica

pode ser realizada utilizando uma lima rispisonic conectada a uma peça de mão para complementação do preparo químico-mecânico (WALMSLEY et al., 1989). As limas rispisonic apresentam uma conicidade não homogênea ao longo do comprimento da lima, portanto podem causar danos às paredes do canal durante a agitação, pois sua haste helicoidal apresenta-se 'farpada' (RUDDLE, 2008). Além das limas rispisonic, tem sido bastante estudado o sistema Endoactivator, o qual também apresenta condução sonora (CARON, 2007). É composto por uma peça de mão portátil e três tipos de pontas descartáveis de polímero de diferentes tamanhos (CARON, 2007). Essas pontas são relativamente resistentes, flexíveis, lisas, e sem capacidade cortante, demonstrando boa capacidade de remoção da *smear layer* e de resíduos dos canais laterais (CARON, 2007). Quando acionado, sua capacidade vibratória é de 1000 ciclos por minuto, a qual tem-se mostrado eficiente na desorganização da *smear layer* (GU et al., 2009).

Além de irrigações sônicas, tem sido criados também sistemas de irrigação hidrodinâmica com tecnologia aplicada na aspiração, que é feita por pressão de sucção, o chamado RinsEndo (HAUSER et al., 2007; MCGILL et al., 2008). Nesse sistema, no decorrer da sucção, o ar e a solução são retiradas do canal e imediatamente uma nova solução irrigadora é inserida (HAUSER et al., 2007; GU et al., 2009). Esses ciclos de pressão de sucção mudam cerca de 100 vezes por minuto (HAUSER et al., 2007; GU et al., 2009). Esse sistema tem demonstrado efetividade na limpeza do terço apical do canal radicular, entretanto, pode provocar extrusão do líquido irrigador (HAUSER et al., 2007; GU et al., 2009). Para transpor os problemas causados pela extrusão de solução irrigadora, foi criado um sistema de irrigação por pressão negativa apical conhecido como EndoVac (SybronEndo, Orange CA) (SCHOEFFEL, 2007; NIELSEN & BAUMGARTNER, 2007). Esse sistema trabalha com irrigação e aspiração contínuas de forma que não haja um aumento de pressão gerado pelo líquido

durante a irrigação por meio do uso de uma macrocânula para os terços coronais e médios e outra microcânula na porção apical, as quais ficam unidas a uma seringa já acoplada a um sistema de aspiração (SCHOEFFEL, 2007). Estudos sugerem que esse sistema tem a capacidade de limpar melhor a região apical com excelente eficácia na remoção de detritos e resultados semelhantes a irrigação ultrassônica (SABER & HASHEM 2011, TOWNSEND & MAKI 2009, GOODE et al., 2013).

Recentemente, as atenções tem sido voltadas para o uso de ultrassom na Endodontia para melhorar o desbridamento do canal radicular, o qual opera em altas frequências, e baixas amplitudes com as limas em um movimento de vibração transversal (WALMSLEY & WILLIAMS, 1989). Existem dois tipos de irrigação ultrassônica, a primeira é combinada ao preparo mecânico do canal radicular, chamada de irrigação ultrassônica simultânea (UI) e a outra que é conhecida como irrigação ultrassônica passiva (PUI), a qual não envolve uma instrumentação simultânea (SLUIS et al., 2007). Na PUI, emprega-se um instrumento não cortante (fio de oscilação suave ou uma lima) por onde ocorre a transmissão de energia por ondas ultrassônicas causando fluxo e agitação da solução irrigante (SLUIS et al., 2007). Esse fluxo pode ser estabelecido em movimento circular, com formação de bolhas de vapor preexistentes no líquido (SLUIS et al., 2007). Quando comparadas, a UI tem se demonstrado menos eficaz na retirada do *smear layer* das paredes do conduto radicular que a PUI (AL-JADAA et al., 2009). Duas técnicas podem ser utilizadas durante a PUI, a irrigação contínua com distribuição de líquido irrigador sem interrupção, sendo considerada por alguns autores como mais eficaz e com um menor tempo necessário para a irrigação; e a irrigação intermitente, realizada com uma seringa manual que é seguida pela agitação da solução irrigadora com uma lima fina oscilante ou fio liso acoplado ao ultrassom (GU et al., 2009; MOZO et al., 2012).

## 2.5) IMPORTÂNCIA DA IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA

Na busca de uma melhor limpeza do sistema de canais radiculares, Richman introduziu na Endodontia o uso de ultrassons em 1957 (SLUIS et al., 2007). Especificamente falando sobre a Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI), a mesma foi descrita pela primeira vez por Weller e colaboradores em 1980 (SLUIS et al., 2007). Nessa irrigação ocorre uma vibração transversal, de forma que as limas utilizadas formam um modelo caracterizado por nós e anti-nós ao longo de todo o seu trajeto (WALMSLEY, 1987; WALMSLEY & WILLIAMS 1989). 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 (SLUIS et al., 2007).

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 (AHMAD et al., 1992; ROY et al., 1994). As oscilações possuem frequência de 25- 30 kHz que estão além do limite de audição do ser humano (BAUGH & WALLACE, 2005; 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 do 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 (LUMLEY et al., 1993). 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 (LUMLEY et al., 1992; ROY et al., 1994).

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 (SLUIS et al., 2007). Além disso, essa temperatura sofre uma queda de 37° C para 29° C quando o irrigante é renovado com fluxo contínuo de solução (SLUIS et al., 2007).

Com relação à intensificação da ação antimicrobiana do 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 (OHL et al., 2006). Já com relação a remoção de *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 (SABINS et al., 2003, GUTARTS et al., 2005). Quando avaliada com relação à limpeza de istmo, da mesma forma, também se mostrou superior a 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 (GUTARTS et al., 2005).

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 *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 conseguem

oscilar livremente pelo canal radicular (SLUIS et al., 2005). 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 (GU et al., 2009; 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 (MOZO et al., 2012; 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 (AHMAD et al., 1987). 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) PRINCIPAIS RESULTADOS DOS ESTUDOS SOBRE PUI

Os principais resultados referentes à PUI foram selecionados a partir de um levantamento bibliográfico de artigos publicados entre 2006 a 2016 (n=30), com as palavras-chave: *passive ultrasonic irrigation; irrigant solutions; disinfection; root canal*, nas bases de dados: Pubmed, Scielo, e Google Acadêmico. A partir dos 30 artigos selecionados, as variáveis: (a) Tipo de estudo; (b) Amostra; (c) Tipo de aparelho de Ultrassom; (d) Grupos; (e) Substância química auxiliar; (f) Principais resultados, foram coletados e descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição dos principais resultados dos estudos sobre Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI).

Artigos	Autoria, ano de publicação e país	Tipo de estudo (In vitro ou In vivo)	Amostra (N)	Tipo de aparelho de Ultrassom	Grupos	Substância Química Auxiliar	Principais resultados
1	van der Sluis et al., 2007 (Holanda)	Revisão de literatura	-	PUI	-	NaOCl	PUI apresentou maior eficácia do que a irrigação com seringa manual na desinfecção dos canais radiculares.
2	Kursat Er et.al, 2008 (Turquia)	In vitro	20 incisivos sup.	PUI (NSK 750)	1 grupo controle 1 grupo experimental	NaOCl	Baixos riscos de extrusão apical da solução de irrigação.
3	Ruddle et al, 2009 (EUA)	Revisão de literatura	-	EndoActivator	-	NaOCl/ EDTA	EndoActivator é um sistema eficaz na desinfecção dos canais.
4	Zeltner Met al, 2009 (Suíça)	In vitro	3 Caninos	PUI	G1: PUI-CF G2: PUI-SD	NaOCl	PUI após a utilização de seringa está associada a temperaturas elevadas da solução irrigadora.
5	Uroz-Torres et al., 2010 (Espanha)	In vitro	40 dentes unirradiculares	EndoActivator	G1: NaOCl 4% G2: NaOCl 4%+ EDTA 17% G3: NaOCl 4%+ EndoActivator G4: NaOCl 4%+ EDTA 17%+ EndoActivator	NaOCl/ EDTA	O sistema de EndoActivator não aumenta a remoção da camada de smear layer em comparação à irrigação convencional com NaOCl e EDTA.
6	Jiang et al., 2010 (Holanda)	In vitro	20 caninos superiores	PUI	G1: PUI repetidamente sem pulsação G2: PUI com pulsação G3: 400 milissegundos on/400 milissegundos off G4: 100 milissegundos on / 670 milissegundos.	NaOCl	PUI com mais pulsações é mais eficaz na limpeza do canal radicular.



7	Jiang et al., 2011 (Holanda)	In vitro	15 dentes	PUI	G1- 0,5 mm a partir do CRT G2- 1 mm a partir do CRT G3- 4 mm a partir do CRT G4- 6 mm a partir do CRT	NaOCl	Maior intensidade ultrassônica resultou em uma maior amplitude da lima oscilante e, consequentemente, melhor eficácia na limpeza de PUI.
8	Mozo et al., 2012 (Espanha)	Revisão de literatura	-	PUI/CI	-	NaOCl	Combinação de CI juntamente com PUI melhora a eliminação de bactérias e de smear layer.
9	Agrawal & karpool, 2012 (Índia)	In vitro	36 Pré-molares inferiores	PUI	G1: Grupo de controle (Solução salina) G2: PUI + NaOCl 1% G3: CI + 1% NaOCl. G4: CI + 2,5% NaOCl.	NaOCl	PUI com 1% NaOCl é mais eficaz na remoção de detritos do sistema de canais radiculares que irrigação seringa com uma maior concentração de 2,5% NaOCl.
10	Ahmetoglu et.al, 2013 (Turquia)	In vitro	51 Pré-molares inferiores	PUI - miniMaster	G1:SAF G2:PUI G3 CI G4:Grupo de controle negativo e positivo	NaOCl EDTA	A PUI foi mais eficaz do que a SAF e CI na remoção de resíduos CH, nos terços cervical, médio e apical.
11	Mancini et al., 2013 (Italia)	In vitro	65 Pré-molares	EndoVac EndoActivator PUI	2 grupos controles 3 grupos experimentais	NaOCl EDTA	EndoVac e endoactivator mais eficazes na limpeza do canal.
12	SrIREkha et al., 2013 (Índia)	In vitro	60 Pré-molares	PUI	A - 1 mL de ácido cítrico 10% + PUI com lima 15 por 1 min + 3 mL de NaOCl 3% + solução salina B - 1 mL de EDTA 17% + PUI com lima ultrassônica 15 por 1 min + NaOCl 3% + solução salina	Acido cítrico 10% EDTA 17% Ácido fosfórico 36% NaOCl 3%	Terço coronal e médio do canal mostrou boa remoção de detritos, usando o ácido cítrico e EDTA associada a PUI. O terço apical do canal mostrou inadequada remoção de detritos independente do procedimento de irrigação (ácido cítrico, EDTA).

13	Dalai et al., 2014 (Índia)	Revisão de literatura	-	PUI	C- ácido fosfórico 36% por 15 s, + solução salina D- NaOCl 3% + PUI com lima ultrassônica 15 por 1 min + solução salina	NaOCl	PUI mais eficaz que a irrigação convencional na desinfecção do canal radicular.
14	Ahmetoglu et al., 2014 (Turquia)	In vitro	60 Caninos	EndoVac, PUI e CI	G1- EndoVac + NaOCl G2- EndoVac + NaOCl/EDTA G3 PUI + NaOCl G4- NaOCl/EDTA; G5 CI + NaOCl G6- NaOCl/EDTA	NaOCl/EDTA	Sistema EndoVac com NaOCl/EDTA mais eficaz na limpeza do terço apical.
15	Llena et.al 2014 (Espanha)	In vitro	40 Pré-molares unirradiculares	Sistema rotatório MTwo	G1: (controle), NaOCl 2,5% + irrigação convencional G2: PUI + NaOCl 2,5% + ponta Irisafe 20 G3: PUI + NaOCl 2,5% + ponta Irisafe 25 G4: PUI + NaOCl 2,5% + lima K 25	NaOCl/EDTA	PUI com pontas Irisafe foi o mais eficaz para eliminar os detritos e abrindo túbulos dentinários, especialmente no terço apical.
16	Havashi et.al 2014 (Japão)	In vitro	-	PUI-ST-21, Osada Electric Co., Inc.	G1: suspensão Tris HCl G2: H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> sem PUI + suspensão Tris-HCl G3: PUI G4: H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + PUI	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> NaOCl	PUI na presença de uma baixa concentração de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> é uma no va promissora estratégia de desinfecção
17	Almeida et.al, 2014 (Brasil)	In vitro	66 dentes bovinos	PUI	G1: sem tratamento; G2: água destilada; G3: NaOCl 2,5%; G4: Ca(OCl) <sub>2</sub> 2,5%;	Ca[OCl] <sub>2</sub> NaClO	Ca(OCl) <sub>2</sub> , bem como a PUI pode auxiliar no preparo químico-mecânico, contribuindo para a redução do teor microbiano

18	Schmidt et al., 2015 (Brasil)	In vitro	32 Pré molares	PUI	G5: NaOCl 2,5% + PUI G6: Ca(OCl) <sub>2</sub> 2,5% + PUI G1: EDTA + NaOCl; G2: EDTA + PUI + NaOCl; G3: EDTA + NaOCl com PUI G4: EDTA + NaOCl + PUI	NaOCl EDTA	PUI não mostrou maior eficácia na remoção da smear layer comparada com irrigação convencional
19	Tanomaru et al., 2015 (Brasil)	In vitro	32 Dentes artificiais	PUI CMI	G1- PUI intermitente G2- PUI lavagem contínua G3- CI a 1 mm G4- CI a 3 mm	NaOCl	PUI com irrigação intermitente ou contínua e CI com a agulha colocada 1 mm do comprimido de trabalho foram eficientes na limpeza dos canais radiculares principais e laterais.
20	Llena et al., 2015 (Espanha)	In vitro	60 Pré-molares	PUI/CI	G1: NaOCl 3%+ agulha Miraject e sem agitação G2: CHX 2% + agulha Miraject e sem agitação G3: PUI com IriSAFE 20 + NaOCl 3% G4: PUI com IriSAFE 25+ CHX 2% G5: PUI com IriSAFE 20 + NaOCl 3% G6: PUI com IriSAFE 25+ CHX 2%	CHX/ NaOCl	Combinação de CI na fase inicial, seguida por EDTA 10% como irrigante final associado ao PUI é eficaz para limpeza do canal, independente de se utilizar CHX 2% ou NaOCl 3% como solução irrigadora
21	Khademi et al., 2015 (Irã)	In vitro	50 dentes anteriores unirradiculares	RinsEndo PUI	G1- RinsEndo G2- PUI Grupo controle positivo- sem irrigação Grupo controle negativo- canais não foram preenchidos cm qualquer tipo de medicação (n=5)	-	Não houve significativa diferença entre Rins Endo e PUI na remoção de hidróxido de cálcio do canal radicular.

22	Tanomaru et al 2015 (Brasil)	Ex vivo	75 dentes unirradiculares	PUI	G1: solução salina + PUI G2: PUI + NaOCl 1% G3: CI + solução salina G4: CI + NaOCl 1% G5: Nenhuma irrigação (controle)	Solução salina/ NaOCl	Tanto PUI quanto CI com NaOCl 1% contribuem para a desinfecção, mas são incapazes na eliminação do <i>E. faecalis</i> do canal radicular
23	Joy et al 2015 (Índia)	Ex vivo	40 incisivos	PUI	G1: irrigação estática G2: PUI	NaClO	Biofilme bacteriano aderido à superfície do canal radicular no terço apical pode ser eficientemente removido utilizando PUI.
24	Llena et al., 2015 (Espanha)	-	30 Pré-molares inferiores	PUI	G1: NaOCl 5,25% + Rodamina B 0,1% + Irrisafe 20 + PUI G2: Clorexidina 2% + Rodamina B 0,1% + Irrisafe 20 + PUI; G3: (controle): soro fisiológico + Rodamina B 0,1% + Irrisafe 20	CHX/ NaOCl	PUI mostrou profundidade ação semelhante que os demais grupos tanto para NaOCl quanto para CHX nos túbulos dentinários.
25	Helvacioğlu KIVANÇ, 2015 (Turquia)	In vitro	48 Pré-molares	Nd: YAG PUI	G1: CI G2: laser de diodo G3: Nd: YAG G4: NaOCl + PUI	NaOCl	CI causou menos extrusão apical de detritos que a irrigação de NaOCl + PUI ou associado ao LED ou Laser
26	Kato et al., 2016 (Brasil)	Ex vivo	10 Molares inferiores	PUI Reciprocante	Grupo controle positivo: sem detritos Grupo controle negativo: com detritos Grupo 1: PUI Grupo 2: irrigação com ativação recíprocante.	NaOCl EDTA	O sistema de irrigação com ativação recíprocante foi mais eficaz na remoção de detritos do canal radicular.
27	Akcaş et al 2016 (Turquia)	In Vitro	156 Pré-molares inferiores	P5 Newtron XS -PUI	G1: convencional agulha de irrigação (CI) G2: ativação de streaming induzida pelo fóton de fotoacústica (PIPS); G3: irrigação PUI.	NaOCl EDTA	Uso de iRoot com PIPS ponta ou PUI parece vantajosa em termos de penetração de túbulos dentinários.

28	Neelakantan et.al 2016 (Índia)	EX vivo	50	PUI Endo-irrigator Plus	G1: CI; (CWAIS); G3: agitação manual dinâmica (MDA); G4: irrigação ultrassônica passiva (PUI).	NaOCl EDTA	MDA trouxe eficácia de limpeza superior em comparação ao PUI na região apical localizada 1 e 3 mm aquém do ápice
29	Ghorbanzad h, 2016 (Irã)	Ex vivo	72 dentes inferiores	PUI e LAI	G1: CI G2: remoção da smear layer + CI G3: PUI G4: YAG irrigação ativada por laser	NaOCl EDTA	CI + remoção de smear layer ainda deve ser considerada como padrão-ouro.
30	Pladisai et.al 2016 (Bangkok)	-	55 Pré-molares	PUI	G1: NaOCl 2,5% G2: NaOCl 2,5% + PUI G3: solução salina G4: nenhuma intervenção	NaClO Sol. salina	A irrigação associando NaOCl e PUI são os métodos mais eficazes para descontaminar os canais radiculares

Legenda: PUI- Irrigação Ultrassônica Passiva; CI- Irrigação Convencional; SAF – Self Adjusting File; CH – Hidróxido de Cálcio; CHX: Clorexidina.

## **2.7) NOVIDADES E PERSPECTIVAS FUTURAS SOBRE IRRIGAÇÃO**

A inserção de novas tecnologias na irrigação intracanal no tratamento endodôntico tem como objetivo a melhora na limpeza e desinfecção dos canais radiculares (PLOTINO et al., 2016; GU et al., 2009). Além da forma de irrigação, tem surgido novos irrigantes, como o Sterilox na concentração de 200 ppm, que tem sido relatado como biocompatível e antimicrobiano de amplo espectro (DARCEY et al., 2016). O Sterilox apresenta o ácido hipocloroso como componente ativo essencial, entretanto possui pouca ou nenhuma propriedade de dissolução dos tecidos (DARCEY et al., 2016). Diferente do NaOCl, não possui hidróxido de sódio em sua composição, o que diminui sua toxicidade, podendo ser utilizado em casos de dentes com ápice aberto e existem estudos que demonstraram maior ação antibacteriana que o NaOCl (ROSSI-FEDELE et al., 2011).

Adicionalmente ao surgimento de novos irrigantes, a inserção de técnicas de agitação dessas soluções tem sido inserida nos últimos anos para potencializar a limpeza e desinfecção dos canais radiculares (GU et al., 2009). Existem inclusive limas plásticas que podem exibir uma superfície de maior conicidade e lisa sem o risco de desgaste ou desvio das paredes dentinárias (TUNGA et al., 2011; KLYN et al., 2010). Pensando na importância da irrigação, outro tipo de sistema refere-se à irrigação contínua durante a instrumentação (PLOTINO et al., 2016). Nesse tipo de protocolo é utilizado um instrumento com superfície abrasiva possibilitando a ampliação do canal radicular por movimento de vibração simultaneamente à irrigação que acontecerá junto à lima diminuindo o atrito com as paredes dentinárias (PAQUÉ et al., 2012). Esse novo sistema alcança áreas de difícil acesso como canais ovais, canais em forma de “C” e istmo (PAQUÉ et al., 2012), preservando a anatomia do canal radicular e demonstrando uma ótima capacidade de limpeza e desinfecção (DIETRICH et al., 2012).

Na mesma linha de pensamento, um novo método para desinfecção que tem sido pesquisado é a Terapia Fotodinâmica (PAD), fundamentado no preceito que moléculas fotossensibilizadoras podem se ligar a membrana das bactérias que quando ativadas por uma luz de comprimento de onda adequado e complementar ao corante empregado causam uma ruptura da parede celular bacteriana, gerando sua ação bactericida (BURNS et al., 1993). Relata-se que esse método não é considerado como uma opção e sim como um complemento ao protocolo padrão de desinfecção do canal radicular (PLOTINO et al., 2016). O laser também vem sendo estudado no tratamento endodôntico para proporcionar desinfecção (PLOTINO et al., 2016). O seu funcionamento está ligado a eficiência de absorção de laser por hipoclorito de sódio, que leva a vaporização do líquido irrigante e formação de bolhas que estouram e promovem efeitos secundários de cavitação (PLOTINO et al., 2016). A ativação a laser apresenta maior quantidade de cultura de bactérias negativas e uma redução na quantidade de bactérias no terço apical, quando comparada a sua não utilização (ARSLAN et al., 2014).

Diante de todos os aspectos abordados, observou-se a relevância da desinfecção do sistema de canais radiculares para o sucesso do tratamento endodôntico. Para se chegar próximo à esterilização e remoção completa do conteúdo desse sistema, novas tecnologias, dentre elas a Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI), tem representando protocolo eficaz e de fácil aplicação na prática clínica. Diversos estudos demonstram o efeito potencializador de sua associação ao preparo químico mecânico, o que pode contribuir para encorajar progressivamente os profissionais a incorporarem mais essa etapa ao tratamento endodôntico como uma peça chave adicional e benéfica para garantir maior saúde bucal ao paciente.

## CONCLUSÃO

Diante desta revisão literária observou-se que PUI tem se mostrado mais eficiente que a irrigação manual e irrigação sônica na remoção de detritos e *smear layer* do sistema de canais radiculares. A PUI não é capaz de desinfetar completamente todo o canal radicular, contudo quando utilizada em complementação ao preparo químico mecânico aumenta substancialmente a limpeza do sistema de canal radicular.

## REFERÊNCIAS

1. AGRAWAL VS, KAPOOL S. An in vitro scanning electron microscopic study comparing the efficacy of passive ultrasonic and syringe irrigation methods using sodium hypochlorite in removal of debris from the root canal system. **Journal of the Irish Dental Association**, v.58, n.3, p.156-161, 2012.
2. AHMAD M, PITT FORD TR, CRUM LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. **Journal of Endodontics**.v.14, n.10 p.490-9, oct., 1987.
3. AHMAD M, ROY RA, KAMARUDIN AG. Observations of acoustic streaming fields around an oscillating ultrasonic file. **Dental Endodontics Traumatology**.v.8, n.5, p.189-94, oct.,1992.
4. AHMETOGLU F, KELES A, YALCIN M, SIMSEK N.Effectiveness of different irrigation systems on smear layer removal: A scanning electron microscopic study. **Eur J Dent**, v.8, n.1, p.53-57; jan- mar, 2014.
5. AHMETOĞLU F, ŞİMŞEK N, KELEŞ A, OCAK MS, ER K. Efficacy of self-adjusting file and passive ultrasonic irrigation on removing calcium hydroxide from root canals. **Dental Materials Journal**. v. 32, n.6, p. 1005-1010, nov., 2013.
6. AKCAY M, ARSLAN H, DURMUS N, MESE M, CAPAR ID. Dentinal tubule penetration of AH Plus, iRoot SP, MTA fillapex, and guttaflow bioseal root canal sealers after different final irrigation procedures: A confocal microscopic study. **Lasers in Surgery and Medicine**. v.48, n.1, p. 70-76, jan., 2016.
7. 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. **Int Endod J**, v.42, p.59-65, 2009.
8. ARSLAN H, CAPAR ID, SAYGILI G, GOK T, AKCAY M. Effect of photon-initiated photoacoustic streaming on removal of apically placed dentinal debris. **Int Endod J**.v.47, p.1072-1077, apr., 2014.
9. ATHIBAN PP, BORTHAKUR BJ, GANESAN S, SWATHIKA B. Evaluation of antimicrobial efficacy of Aloe vera and its effectiveness in decontaminating gutta percha cones. **J Conserv Dent**, v.15, p.246-48, 2012.
10. BAUGH D, WALLACE J (2005). The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. **Journal of Endodontics**.v.31, n.5, p.333-40, may., 2005.
11. BAUMGARTNER JC, CUENIN PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. **J Endodon**. v.18, n.12, p.605-12, dec.,1992.
12. BAUMGARTNER JC, FALKLER JR WA, Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals. **J Endod**. v.17, n.8, p.380-3, aug., 1991.
13. BAUMGARTNER JC. Microbiologic Aspects of

- Endodontic Infections. **Jornal of the California Dental Association**, v.32, n.6, p.459-67, june., 2004.
14. BERBER VB, GOMES BPFA, SENA NT, VIANNA ME, FERRAZ CCR, ZAIA AA, et al. Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canal and dentinal tubules. **Int Endod J**, v.39, p.10-7, 2006.
  15. BERGMANS L, MOISIADIS P, TEUGHEL W, VAN MEERBEEK B, QUIRYNEN M, LAMBRECHTS P. Bactericidal effect of Nd:YAG laser irradiation on some endodontic pathogens ex vivo. **Int Endod J**, v.39, n.7, p.547-557, jul., 2006.
  16. BISWAS B, ROGERS K, MCLAUGHLIN F, DANIELS D, YADAV A. Antimicrobial activities of leaf extracts of guava (*Psidium guajava* L.) on two gram-negative and gram-positive bacteria. **Int J Microbiol**, Article ID 746165, 7 pages, 2013.
  17. BORGES FC, DE MELO MS, LIMA JM, ZANIN IJ, RODRIGUES LA. Antimicrobial effect of chlorhexidine digluconate in dentin: in vitro and in situ study. **J Conserv Dent**, v.15, p.22-26, 2012.
  18. BRONNEC F, BOUILLAGUET S, MACHTOU P. Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the final irrigation regimen. **Int Endod J**, v.43; p.663-672, 2010.
  19. BURNS T, WILSON M, PEARSON G J. Sensitisation of cariogenic bacteria to killing by light from a helium neon laser. **J Med Microbiol**, v.38, n.6, p.401-405, jun., 1993.
  20. BYSTRÖM A, SUNDQVIST G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. **Int Endod J**, v.18, p.35-40, 1985.
  21. CALISKAN MK, TURKUN M, ALPER S. Allergy to sodium hypochlorite during root canal therapy: a case report. **Int Endod J**, v.27, n.3, p.163-7, may., 1994.
  22. CALT S, SERPER A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. **J Endod**, v.28, n.1, p.17-9, 2002.
  23. CAMERON JA. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. **J Endod**, v.13, n.11, p.541-5, 1987.
  24. CAMERON JA. The use of 4 per cent sodium hypochlorite, with or without ultrasound, in cleansing of uninstrumented immature root canals; SEM study. **Australian Dental Journal**, v.32, n.3, p.204-13, jun., 1987.
  25. CARON G. Cleaning efficiency of the apical millimeters of curved canals using three different modalities of irrigant activation: an SEM study. **Paris VII University**, Paris, France: Masters thesis; 2007.
  26. CHANDRASEKHAR V, AMULYA V, RANI V, PRAKASH T, RANJANI A, GAYATHRI C. Evaluation of biocompatibility of a new root canal irrigant Q Mix™ 2 in 1: an in vivo study. **J Conserv Dent**, v.16, p.36-40, 2013.
  27. DALAI DR, BHASKAR DJ, AGALI CR, SINGH N, SINGH H. Modern Concepts of Ultrasonic Root Canal Irrigation. **International Journal of Advanced Health Sciences**, v.1, n.4; August 2014.
  28. DARCEY J, JAWAD S, TAYLOR C, ROUDSARI RV, HUNTER M. Modern Endodontic Principles Part 4: Irrigation. **Dental update**, v. 43, n.1, p. 20-33, feb., 2016.
  29. DIETRICH MA, KIRKPATRICK TC, YACCINO JM. In vitro canal and isthmus debris removal of the



- self-adjusting file, K3, and WaveOne files in the mesial root of human mandibular molars. **J Endod.** v.38, n.8, p.1140-1144, aug., 2012.
30. DUNAVANT TR, REGAN JD, GLICKMAN GN, SOLOMON ES, HONEYMAN AL. Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilm. **J Endod.** v.32, p.527-531.,2006.
  31. ELIOT, C., HATTON, J.F., STEWART, G.P. et al. The effect of the irrigant QMix on removal of canal wall smear layer: an *ex vivo* study. **Odontology.**v.102, n.2, p.232–240, jul., 2014.
  32. FERRAZ CCR, GOMES BPFA, ZAIA AA, TEIXEIRA FB, SOUZA- FILHO FJ. Comparative Study of the Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine Gel, Chlorhexidine Solution and Sodium Hypochlorite as Endodontic Irrigants. **Braz Dent J**, v.18, n.4, p.294-298, 2007.
  33. GHORBANZADEH A, AMINSOBHANI M, SOHRABI K, CHINIFORUSH N, GHAFARI S, SHAMSHIRI AR, NOROOZI N. Penetration Depth of Sodium Hypochlorite in Dentinal Tubules after Conventional Irrigation, Passive Ultrasonic Agitation and Nd:YAG Laser Activated Irrigation. **J Lasers Med Sci.** v.7, n.2, p.105-111, mar., 2016.
  34. GOLDSMITH M, GULABIVALA K, KNOWLES JC. The effect of sodium hypochlorite irrigant concentration on tooth surface strain. **J Endod**, v.28, n.8, p.575-9, 2002.
  35. GOMES B, LILLEY J, DRUCKER D. Associations of endodontic symptoms and signs with particular combinations of specific bacteria. **Int Endod J.** v.29, n.2, p.69- 75, mar., 1996.
  36. GOODMAN A, READER A, BECK M, MELFI R, MEYERS W. An in vitro comparison of the efficacy of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars. **Journal of Endodontics.**v.11, n.6, p.249–56, jun., 1985.
  37. GREGORIO C, ESTEVEZ R, CISNEROS R, PARANJPE A, COHENCA N. Efficacy of Different Irrigation and Activation Systems on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals and up to Working Length: An In Vitro Study. **JOE**, v. 36, n. 7; July, 2010.
  38. GU LS, KIM JR, LING J, CHOI KK, PASHLEY DH, TAY FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. **J Endod.**v.35, n.6, p.791-804, jun., 2009.
  39. GUTARTS R, NUSSTEIN J, READER A, BECK M. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following handrotary instrumentation in human mandibular molars. **Journal of Endodontics.**v.31, n.3, p.166–70, mar., 2005.
  40. HAUSER V, BRAUN A, FRENTZEN M. Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo). **Int Endod J**, v.40, p.644–52, 2007.
  41. HELVACIOĞLU KIVANÇ B, DENİZ ARISU H, YANAR NÖ, SILAH HM, İNAM R, GÖRGÜL G. Apical extrusion of sodium hypochlorite activated with two laser systems and ultrasonics: a spectrophotometric analysis. **BMC Oral Health.** v.15, jun.,2015
  42. HÜLSMANN M, HAHN W. Complications during root canal irrigation: literature review and case

- reports. **Int Endod J**, v.33, p.186-93, 2000.
43. JIANG LM, VERHAAGEN B, VERSLUIS M, LANGEDIJK J, WESSELINK P, VAN DER SLUIS LW. The Influence of the Ultrasonic Intensity on the Cleaning Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation. **J Endod**, v.37, p.688–692, 2011.
  44. JIANG LM, VERHAAGEN B, VERSLUIS M, ZANGRILLO C, CUCKOVIC D, VAN DER SLUIS LW. An Evaluation of the Effect of Pulsed Ultrasound on the Cleaning Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation. **J Endod**, v.36, p.1887–1891, 2010.
  45. JOSE F. SIQUEIRA, JR, LSABELA N. RÔÇAS, AMAURI FAVIERI, KENIO C. LIMA. Chemomechanical Reduction of the Bacterial Population in the Root Canal after Instrumentation and Irrigation with 1%, 2.5% and 5.25% Sodium Hypochlorite. **Journal of Endodontic**. v.26, n.6, p.331-34, jun., 2000.
  46. JOSE J, KRISHNAMMA S, PEEDIKAYIL F, AMAN S, TOMY N, MARIODAN JP. Comparative Evaluation of Antimicrobial Activity of QMiX, 2.5% Sodium Hypochlorite, 2% Chlorhexidine, Guava Leaf Extract and Aloe vera Extract Against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* – An in-vitro Study. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v.10, n.5, p.20; May, 2016.
  47. JOY J, MATHIAS J, SAGIR VM, 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, jul., 2015.
  48. KATO AS, CUNHA RS, BUENOCES, PEREGRINE RA, FONTANA CE, MARTIN AS. Investigation of the Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation Versus Irrigation with Reciprocating Activation: An Environmental Scanning Electron Microscopic Study. **J Endod**, v.42, n.4, p.659–663; Apr, 2016.
  49. KAUFMAN AY, GREENBERG I. Comparative study of the configuration and the cleanliness level of root canals prepared with the aid of sodium hypochlorite and bis-dequalinium-acetate solutions. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol**, v.62, p.191-197, 1986.
  50. KEIR DM, SENIA ES, MONTGOMERY S. Effectiveness of a brush in removing postinstrumentation canal debris. **J Endod**, v.16, p.323–7, 1990.
  51. KHADEMI AA, AMINI K, GHODSIAN B, ZAHED SM, TEYMORI F, SHADMEHR E. Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with RinsEndo system in comparison with passive ultrasonic irrigation, an in vitro study. **Dent Res J (Isfahan)**, v.12, n.2, p.157-160; Mar- Apr, 2015.
  52. KISHEN A. Advanced therapeutic options for endodontic biofilms. **Endod Topics**.v.22, p.99-123, mar., 2010.
  53. KLYN SL, KIRKPATRICK TC, RUTLEDGE RE. In vitro comparisons of debris removal of the EndoActivator system, the F file, ultrasonic irrigation, and NaOCl irrigation alone after hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. **J Endod**. v.36, n.8, p.1367-1371, aug., 2010.
  54. KOBAYASHI Y, HAYASHI M, YOSHINO F, TAMURA M, YOSHIDA A, IBI H, LEE MC, OCHIAI K, OGISO B. Passive ultrasonic irrigation in the presence of a low concentration of hydrogen peroxide enhances hydroxyl radical generation and bactericidal effect against *Enterococcus faecalis*.

- Journal of Oral Science.** v.56, n.1, p.35-9, mar., 2014.
55. KRAUTHEIM AB, JERMANN TH, BIRCHER AJ. Chlorhexidine anaphylaxis: case report and review of the literature. **Contact Dermatitis.** v.50, n.3, p.113– 6, mar., 2004.
56. KURUVILLA JR, KAMATH MP. Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. *J Endod*, v.24, p.472– 6, 1998.
57. LEE S-J, WU M-K, WESSELINK PR. (2004) 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, sep., 2004.
58. LEONARDO MR, TANOMARU FILHO M, SILVA LA, NELSON FILHO P, BONIFACIO KC, ITO IY. In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *J Endod*, v.25, n.3, p.167-71, 1999.
59. LESTER KS, BOYDE A. Scanning electron microscopy of instrumented, irrigated and filled root canals. **Br Dent J.** v.143, n.11, p.359 – 67, dec., 1977.
60. LLENA C, CUESTA C, FORNER L, MOZO S, SEGURA JJ. The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 3% sodium hypochlorite in canal wall cleaning. **J Clin Exp Dent**, v.7, n.1, p.69-73; feb, 2015.
61. LLENA C, LEOPOLDO FORNER, RAQUEL CAMBRALLA, ADRIAN LOZANO. Effect of three different irrigation solutions applied by passive ultrasonic irrigation. **Restor Dent Endod.** v.40, n.10, p.143-8, may., 2015.
62. LOPES HP, SIQUEIRA JF Jr, ELIAS CN. Preparo químico-mecânico dos canais radiculares, cap. 10. In: LOPEES HP, SIQUEIRA JF Jr, **Endodontia: Biologia e Técnica.** 3ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 415, 2010, 64 p.
63. LOPES HP, SIQUEIRA JF Jr, ELIAS CN. Substâncias Químicas Empregadas no Preparo dos Canais Radiculares, cap. 13. In: LOPEES HP, SIQUEIRA JF Jr, **Endodontia: Biologia e Técnica.** 3ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 531, 40 p, 2010.
64. LOVE RM, JENKINSON HF. Invasion of dentinal tubeles by oral bactéria. **Crit Ver Oral Biol Med.** v.13, n.2, p.171-83.,2002.
65. LOVE RM. ENTEROCOCCUS FAECALIS. A mechanism for its role in endodontic failure. **Int Endod J**, v.34, p.399-405, 2001.
66. LUMLEY PJ, WALMSLEY AD, WALTON RE, RIPPIN JW. Cleaning of oval canals using ultrasonic or sonic instrumentation. **Journal of Endodontics.**v.19, n.9, p.453–7, sep., 1993.
67. LUMLEY PJ, WALMSLEY AD, WALTON RE, RIPPIN JW. Effect of precurving endosonic files on the amount of debris and smear layer remaining in curved root canals. **Journal of Endodontics.**v.18, n.12, p.616–9, dec., 1992.
68. MACHADO DE OLIVEIRA JC, SIQUEIRA JF JR, ALVES GB, HIRATA R JR, ANDRADE AFB. Detection of Porphyromonas endodontalis in infected root canals by 16s RNA gene-directed polymerase chain reaction. **J Endod**, v.26, p.729-32, 2000.
69. MACHNICK TK, TORABINEJAD M, MUNOZ CA, SHABAHANG S. Effect of MTAD on flexural strength and modulus of elasticity of

- dentin. **J Endod**, v.29, n.11, p.747-50, 2003.
70. MANCINI M, CERRONI L, IORIO L, ARMELLIN E, CONTE G, CIANCONI L. Smear Layer Removal and Canal Cleanliness Using Different Irrigation Systems (EndoActivator, EndoVac, and Passive Ultrasonic Irrigation): Field Emission Scanning Electron Microscopic Evaluation in an In Vitro Study. **J Endod**, v.39, p.1456-1460, 2013.
71. MATSUO T, SHIRAKAMI T, OZAKI K et al. Na immunohistological study of the localization of bacteria invading root pulpal walls of teeth with periapical lesions. **J Endod**. v.29, p.194-200., 2003.
72. 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. **Int Endod J** v.41, p.602-8, 2008.
73. MORGENTAL RD, TANOMARU JMG, FARIA-JÚNIOR NB, MARCO ANTONIO HUNGARO-DUARTE, KUGA MC, MÁRIO TANOMARU-FILHO M. Antibacterial efficacy of endodontic irrigating. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**. v.112, n.3, p.396-400, sep., 2011.
74. MOZO S, LLENA C, FORNER L. Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**. v.17, n.3, p. 512-516, may., 2012.
75. MOZO S, CARMEN LLENA, NICHOLETTA CHIEFFI, LEOPOLDO FORNER, MARCO FERRARI. Effectiveness of passive ultrasonic irrigation in improving elimination of smear layer and opening dentinal tubules. **J Clin Exp Dent**. v.6, n.1, p. 47-54, feb., 2014.
76. NAENNI N, THOMA K, ZEHNDER M. Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. **J Endod**.v.30, n.11, p.785-7, nov., 2004.
77. NAIR PNR, HENRY S, CANO V, VERA J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after 'one-visit' endodontic treatment. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**. v.99, n.2, p.231-52, feb., 2005.
78. NAIR PNR. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. **Int End J**. v.39, n.4, p.249-81, apr., 2006.
79. NEELAKANTAN. P, DEVARAJ S, JAGANNATHAN N. Histologic Assessment of Debridement of the Root Canal Isthmus of Mandibular Molars by Irrigant Activation Techniques Ex Vivo. **J Endod**. v.42, n.8, p. 1268-72, aug., 2016.
80. NIELSEN BA, BAUMGARTNER CJ. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. **J Endod**. v.33, p.611-615., 2007.
81. OHL CD, ARORA M, IKINK R et al. Sonoporation from jetting cavitation bubbles. **Biophysical Journal**.v.91, n.11, p.4285-95, dec., 2006.
82. OSATO, SANTIAGO L, REMO G, CUADRA M, MORI A. Antimicrobial and antioxidant activities of unripe papaya. **Life Sci**, v.53, p.1383-89, 1993.
83. PABLO CASTELO-BAZ, BENJAMÍN MARTÍN-BIEDMA, GIUSEPPE CANTATORE, MANUEL RUÍZ-PIÑÓN, JOSÉ BAHILLO, BERTA RIVAS-MUNDINA, PURIFICACION VARELA-PATIÑO. In Vitro

- Comparison of Passive and Continuous Ultrasonic Irrigation in Simulated Lateral Canals of Extracted Teeth. **JOE**. v.38, n.5, may.,2012.
84. PAQUÉ F, AL-JADAA A, KFIR A. Hard-tissue debris accumulation created by conventional rotary versus self-adjusting file instrumentation in mesial root canal systems of mandibular molars. **Int Endod J**.v.45, n.5, p.413-418, may., 2012.
85. Paragliola R, Franco V, Fabiani C, Mazzoni A, Nato F, Tay FR, et al.. Final rinse optimization: influence of different agitation protocols. **J Endod**. 2010 v.36, p. 282-285, 2010.
86. PATTERSON SS. In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implications. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**. v.16, n.1, p.83–103, jan., 1963.
87. PETERS LB, WESSELINK PR, BUIJIS JF, VAN WINKELHOFF AJ. Viable bacteria in root dental dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. **J Endod**, v.27, p.76-81, 2001.
88. 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**. v.42, n.3, p.460-464, mar., 2016.
89. PLOTINO G, CORTESE T , NICOLA M. GRANDE, DENISE P. LEONARDI, GIORGIO GI, TESTARELLI L, GAMBARINI G. New Technologies to Improve Root Canal. **Brazilian Dental Journal**. v.27, n.1, p. 3-8, fev., 2000.
90. RAVI K, DIVYASHREE P. Psidiumguajava: A review on its potential as an adjunct in treating periodontal disease. **Pharmacognosy Reviews**, v.8, n.16, p.96-100, 2014.
91. REGAN JD, FLEURY AA. Irrigants in non-surgical endodontic treatment. **Journal of the Irish Dental Association**, v.52, p.84 - 92, 2006.
92. RICUCCI D, SIQUEIRA JF Jr., BATE AL, PITT FORD TR. Histologic investigation of root canal- treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients, **J Endod J**, v.35, p.493-502, 2009.
93. RÔÇAS IN, SIQUEIRA JF JR, SANTOS KR, COELHO AM. “Red complex” (Bacteroides forsythus, Porphyromonas gingivalis, and Treponema denticola) in endodontic infections: a molecular approach. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.91, p.468-71, 2001.
94. ROSSI-FEDELE G, GUASTALLI AR, DOĞRAMACI E et al. Influence of pH changes on chlorine-containing endodontic irrigating solutions. **Int Endod J**. v.44, n.9, p.792–799, sep., 2011.
95. ROY RA, AHMAD M, CRUM LA. Physical mechanisms governing the hydrodynamic response of an oscillating ultrasonic file. **International Endodontic Journal**.v.27, n.4, p.197–207, jul., 1994.
96. RUDDLE CJ. Endodontic disinfection: tsunami irrigation. **Endod Practice**, 7–15, feb., 2008.
97. RUDDLE CJ. Hydrodynamic Disinfection “Tsunami” Endodontics. **International Dentistry As**, v.11, n.4; 2009.
98. RUDDLE CJ. Microbrush for endodontic use. Washington, DC:

- United States Patent**6,179,617; 2001.
99. SABINS RA, JOHNSON JD, HELLSTEIN JW. A comparison of the cleaning efficacy of shortterm sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. **Journal of Endodontics**.v.29, n.10, p.674-8, oct., 2003.
  100. SACHS *apud* LEONARDO MR, LEAL JM. Endodontia- tratamento de canais radiculares. 3ª ed. São Paulo: Panamericano, 1998.
  101. SCHMIDT TF, TEIXEIRA CS, FELIPPE MCS, FELIPPE WT, PASHLEY DH, BORTOLUZZI EA. Effect of Ultrasonic Activation of Irrigants on Smear Layer Removal. **J Endod**, v.41, p.1359-1363, 2015.
  102. SCHOEFFEL GJ. The EndoVac method of endodontic irrigation: safety first. **Dent Today**. v.26, p.92-96., 2007.
  103. SILVA LA, LEONARDO MR, ASSED S, TANOMARU FILHO M. Histological study of the effect of some irrigating solutions on bacterial endotoxin in dogs. **Braz Dent J**. v.15, n.2, p.109 -14., 2004.
  104. SIQUEIRA JF Jr, 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, p. 573, 2010, 38 p.
  105. SIQUEIRA JF Jr, IZABELA NR, LOPES HP. Microbiologia Endodôntica, cap. 4. In: LOPEES HP, SIQUEIRA JF Jr, **Endodontia: Biologia e Técnica**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 103, 2010, 43 p
  106. SIQUEIRA JF JR, LIMA KC, MAGALHSES FAC, LOPES HP, UZEDA M. Mechanical reduction of the bacterial cell number inside the root canal by three instrumentation techniques. **J Endodon**. v.25, p.332-5., 1999.
  107. SIQUEIRA JF JR, ROCAS IN, SOUTO R, DE UZEDA M, COLOMBO AP. Actinomyces species, streptococci, and Enterococcus faecalis in primary root canal infections. **J Endod**. v.28, n.3, p.168-72, mar., 2002.
  108. SIQUEIRA JF JR, RÔÇAS IN, SOUTO R, UZEDA M, COLOMBO AP. Microbiological evaluation of acute periradicular abscesses by DNA-DNA hybridization. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 92, p.451-7, 2001.
  109. SIQUEIRA JF Jr. Endodontic infections: Concepts, paradigms, and perspectives. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**; V. 94, n. 3, p. 281-93, april; 2002.
  110. SIQUEIRA JF Jr. **Tratamento das infecções endodônticas**. Rio de Janeiro: MEDSI; 1997.
  111. SLUIS VAN DER LW, VERSLUIS M, WU MK, WESSELINK PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. **Int Endod J**, v.40, p.415-26, 2007.
  112. SLUIS VAN DER LW, WU MK, WESSELINK PR. A comparison between a smooth wire and a K-file in removing artificially placed dentine debris from root canals in resin blocks during ultrasonic irrigation. **Int Endod J**, v.38, p.593-6, 2005.
  113. SPANGBERG L, ENGSTROM B, LANGELAND K. Biologic effects of dental materials. 111. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. **Oral Surg**. v.36, n.6, p.856-71,dec., 1973.
  114. SPANÓ JC, SILVA RG, GUEDES DF, SOUSA-NETO MD, ESTRELA C, PÉCORÁ JD. Atomic

- absorption spectrometry and scanning electron microscopy evaluation of concentration of calcium ions and smear layer removal with root canal chelators. *J Endod.* v.35, n.5, p.727–30, may., 2009.
115. SRIREKHA A, RASHMI K, HEGDE J, LEKHA S, RUPALI K, RESHMI G. An In Vitro Evaluation of Passive Ultrasonic Agitation of Different Irrigants on Smear Layer Removal After Post Space Preparation: A Scanning Electron Microscopic Study. *J Indian Prosthodont Soc.* v.13, n.3, p.240-246; Sep, 2013.
  116. STOJICIC, S., SHEN, Y., QIAN, W. et al. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *Int Endod J.* v.45, n.4, p.363–371, apr., 2012.
  117. SVENSÄTER G, BERGENHOLTZ G. Biofilms in endodontic infections. *Endod Top.* v.9, n.7, p.27-36., 2004.
  118. TANOMARU GJM, CHÁVEZ-ANDRADE GM, DE FARIA-JÚNIOR NB, WATANABE E<sup>2</sup>, TANOMARU-FILHO M. Effect of Passive Ultrasonic Irrigation on *Enterococcus faecalis* from Root Canals: An Ex Vivo Study. *Braz. Dent. J.* v.26, n.4, p.342-6, jul/aug., 2015.
  119. TANOMARU-FILHO 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 Invest.* v.20, n.7, p.1541-6; November, 2015.
  120. TASDEMIR T, KURSATER, DAVUT CELIK, TAHSIN YILDIRIM. Effect of Passive Ultrasonic Irrigation on Apical Extrusion of Irrigating Solution. *Eur J Dent.* v.2, p.198-203, jul., 2008.
  121. THÉ SD, MALTHA JC, PLASSCHAETT AJM. Reactions of guinea pig subcutaneous connective tissue following exposure to sodium hypochlorite. *Oral Surg.* v.49, n.5, p.460-6, may., 1980.
  122. TORABINEJAD M, CHO Y, KHADEMI AA, BAKLAND LK, SHABAHANG S. The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. *J Endod.* v.29, n.4, p.233-9, 2003.
  123. TORABINEJAD M, HANDYSIDES R, KHADEMI AA, BAKLAND LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* v.94, n.6, p.658-66, 2002.
  124. TORABINEJAD M, KHADEMI AA, BABAGOLI J, CHO Y, JOHNSON WB, BOZHILOV K, et al. A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod.* v.29, n.3, p.170-5, 2003.
  125. TOWNSEND C, MAKI J. An in vitro comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated root canal. *J Endod.* v.35, n.7, p.1040-1043, jul., 2009.
  126. TUNGA U, PARLAK E, BODRURLU E, AYDEMIR H, YESILSOY C. Effect of F-File on removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. *Aust Endod J.* v.37, n.2, p.65-69, aug., 2011.
  127. UROZ-TORRES D, RODRÍGUEZ MPG, LUQUE CMF. Effectiveness of the EndoActivator System in Removing the Smear Layer after Root Canal Instrumentation. *J Endod.* v.36, p.308–311, 2010.

128. VIANNA ME, GOMES BP. Efficacy of sodium hypochlorite combined with chlorhexidine against *Enterococcus faecalis* in vitro. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.107, n.4, p.585-89, 2009
129. WALMSLEY AD, WILLIAMS AR. Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files. **Journal of Endodontics**. v15, n.5, p.189-94, may.,1989.
130. WALMSLEY AD. Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation. **International Endodontic Journal**. v.20, n.3, p.105-11, may., 1987.
131. WANG C.S, ARNOLD RR, TROPE M, TEIXEIRA FB. Clinical efficiency of 2% chlorhexidine gel in reducing intracanal bacteria. **J Endod**, v.33, n.11, p.1283-89, 2007.
132. WEISE M, ROGGENDORF MJ, EBERT J, PETSCHT A, FRANKENBERGER R. Four methods for cleaning simulated lateral extensions of curved root canals: a SEM evaluation. **Int Endod J**, v.40, p.991-2, 2007.
133. YESILSOY C, WHITAKER E, CLEVELAND D, PHILLIPS E, TROPE M. Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. **J Endodon**.v.21, n.10, p.513-5, oct., 1995.
134. ZAMANY A, SAFAVI K, SPÅNGBERG LS. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**.v.96, n.5, p.578 - 81, nov., 2003.
135. ZEHNDER M. Root Canal Irrigants. **JOE**, v.32, n. 5, p. 389-98, may., 2006.
136. ZELTNER M, PETERS OA, PAQUÉ F. Temperature changes during ultrasonic irrigation with different inserts and modes of activation. **J Endod**. v.35, n.4, p.573-7, apr., 2009.