

FACULDADE DE SETE LAGOAS
INSTITUTO DE ESTUDOS E SERVIÇOS ODONTOLÓGICOS
ESPECIALIZAÇÃO EM ENDODONTIA

LUCIANA MARIA ARCANJO FROTA

**UTILIZAÇÃO DO ULTRASSOM COMO MEDIDA POTENCIALIZADORA NA
DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES: UMA REVISÃO DE
LITERATURA**

FORTALEZA-CE

2017

LUCIANA MARIA ARCANJO FROTA

**UTILIZAÇÃO DO ULTRASSOM COMO MEDIDA POTENCIALIZADORA NA
DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES: UMA REVISÃO DE
LITERATURA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização *Lato Sensu* da Faculdade de Sete Lagoas, como requisito parcial para conclusão do Curso de Especialização em Endodontia.

Orientador: Prof. Bruno Carvalho de Vasconcelos

FORTALEZA-CE

2017

Frota, Luciana Maria Arcanjo.

Utilização do ultrassom como medida potencializadora na desinfecção do sistema de canais radiculares: uma revisão de literatura / Luciana Maria Arcanjo Frota. – 2017. 26 f. : il.

Orientador: Bruno Carvalho de Vasconcelos

Monografia (especialização) – Faculdade de Tecnologia de Sete Lagoas, 2017.

1. Irrigação Ultrassônica Passiva. 2. Desinfecção.

I. Título.

II. Bruno Carvalho de Vasconcelos.

Monografia intitulada **“UTILIZAÇÃO DO ULTRASSOM COMO MEDIDA POTENCIALIZADORA NA DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES: UMA REVISÃO DE LITERATURA”** de autoria da aluna Luciana Maria Arcanjo Frota, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. Bruno Carvalho de Vasconcelos (Orientador) – Faculdade de Sete Lagoas

Prof. Dr. George de Táccio de Miranda Candeiro – Faculdade de Sete Lagoas

Prof. Antônio Sérgio Teixeira de Menezes - Faculdade de Sete Lagoas

Fortaleza, 01 de Dezembro de 2017.

DEDICATÓRIA

À Deus, por ser tudo em minha vida.

Aos meus pais, Luciano Frota e Zélia Arcanjo, pelo amor e apoio imensurável. Todas as vitórias dedico a vocês.

Aos meus irmãos, Myrna e David, por serem exemplo de humildade, dedicação, amor e carinho.

Ao meu amor, Lucídio Gomes, companheiro de todas as horas, agradeço por todo o amor, apoio e compreensão a mim dedicados durante esta longa caminhada.

À IESO por ter proporcionado estrutura para meus estudos e aprendizados.

Ao meu orientador Bruno Vasconcelos, por todos ensinamentos e conhecimentos repassados, por todo incentivo à vida clínica e acadêmica.

Aos meus professores George Candeiro, Sérgio Menezes, Félix Nina e Samilla Monteiro por todas as conversas esclarecedoras sobre a endodontia e a vida.

À minha querida turma, por ter me proporcionado momentos de alegria e descontração nos momentos necessários e seriedade e força nos que foram requisitados. Nesta turma conheci profissionais que se tornaram amigos para a vida toda.

Aos funcionários, Ângela, Denise, Paula, Kênia, Lia e Marcelo pelo apoio da logística dos dias de atendimento clínico, sem vocês nada funcionaria.

RESUMO

O preparo químico-mecânico, mesmo quando realizado de maneira criteriosa, é incapaz de promover uma total desinfecção no sistema de canais radiculares (SCR), podendo acarretar no insucesso do tratamento endodôntico. Tendo em vista que a correta desinfecção e remoção de debris se dá pela associação entre a cinética da irrigação e a ação química de soluções antissépticas e quelantes, torna-se evidente que métodos capazes de favorecer essa limpeza poderiam incrementar os níveis de descontaminação e impactar positivamente o sucesso do tratamento. Nesta perspectiva, o ultrassom vem sendo utilizado durante o tratamento endodôntico para potencializar a ação de substâncias químicas auxiliares, com a irrigação ultrassônica passiva (PUI). O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura a fim de discutir e elucidar a eficácia da PUI na desinfecção do SCR. Os artigos selecionados foram coletados nas bases de dados *Pubmed* e *Lilacs*, utilizando os descritores: *Endodontics*, *Irrigation*, e/ou *Ultrasonic*, entre 2010 e 2017. Encontrou-se 459 artigos, sendo selecionados 36 para esta revisão após análises de títulos e resumos. Verificou-se que a PUI é uma técnica eficaz na limpeza do SCR, principalmente no segmento apical. Porém, infecções persistentes causadas por *enterococcus faecalis* podem permanecer viáveis dentro do SCR, apresentando divergências na literatura. Pode-se concluir que a agitação ultrassônica em soluções químicas demonstra apresentar melhoras significativas na limpeza, desinfecção e remoção de debris e smear layer do SCR, entretanto é necessário que se estabeleça um protocolo universal para o uso da técnica.

Palavras-chave: Endodontia, Irrigação, Ultrassom.

ABSTRACT

The mechanical chemical preparation, even when performed in a judicious way, is incapable of promoting a total disinfection in the root canal system (RCS), which can lead to the failure of the endodontic treatment. Considering that the correct disinfection and debris removal is due to the association between irrigation kinetics and the chemical action of antiseptic and chelating solutions, it is evident that methods capable of favoring such cleaning could increase decontamination levels and positively impact treatment success. In this perspective, ultrasound has been used during endodontic treatment to potentiate the action of auxiliary chemicals with passive ultrasonic irrigation (PUI). The objective of this study was to conduct a literature review to discuss and elucidate the efficacy of PUI in RCS disinfection. The selected articles were collected in the Pubmed and Lilacs databases, using the descriptors: Endodontics, Irrigation, and / or Ultrasonic, between 2010 and 2017. 459 articles were found and 36 were selected for this review after titration and abstracts analyzes. It has been found that PUI is an effective technique for cleaning RCS, especially in the apical segment. However, persistent infections caused by enterococcus faecalis may remain viable within the RCS, with differences in the literature. It can be concluded that ultrasonic agitation in chemical solutions demonstrates significant improvements in cleaning, disinfection and removal of RCS debris and smear layer, however, it is necessary to establish a universal protocol for the use of the technique.

Keywords: Endodontics, Irrigation, Ultrasound.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	08
2. METODOLOGIA	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1 HISTÓRICO.....	11
3.2 USO DA IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA.....	11
3.3 EFEITO ANTIMICROBIANO.....	12
3.4 REMOÇÃO DE <i>SMEAR LAYER</i> E DEBRIS.....	15
4. DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1. INTRODUÇÃO

A terapia endodôntica tem por objetivo curar ou prevenir a instalação da periodontite apical por meio do preparo químico-mecânico (PQM) do sistema de canais radiculares (SCR). Durante os procedimentos de limpeza e modelagem, os canais são preparados de modo a eliminar ao máximo as bactérias e seus produtos, os quais são responsáveis por instalar ou perpetuar os processos inflamatórios (Versiani et al., 2011). Entretanto, a anatomia do SCR é complexa, com a presença de zonas istmos, regiões de achatamento, ramificações laterais, dentre outras variações que dificultam o processo de limpeza desse sistema (Justo et al., 2014; Guerreiro-Tanomaru et al., 2015).

Tem-se claramente apontado na literatura que a ação dos instrumentos endodônticos é incapaz de tocar todas as paredes dos canais radiculares para promover sua completa desinfecção (Versiani et al., 2011; Vieira et al., 2012). Por esta razão, a irrigação tem papel indispensável na limpeza de áreas inacessíveis ou intocadas durante a instrumentação (Stojic et al., 2010).

Além das áreas inacessíveis, outro problema comumente encontrado durante o PQM é a formação de *smear layer*. Trata-se de uma camada residual amorfa constituída de tecidos orgânicos como restos de polpa e bactérias, e inorgânicos como raspas de dentina. Essa camada obstrui túbulos dentinários impedindo a descontaminação dos mesmos por meio da solução irrigadora, além de interferir negativamente no preenchimento adequado do espaço do canal radicular e a melhor interação do cimento obturador com suas paredes (Ozdemir et al., 2012). Assim, para garantir uma maior previsibilidade de sucesso do tratamento endodôntico, sugere-se que essa camada deva ser removida (Vieira et al., 2012).

A substância mais comumente utilizada para a irrigação do SCR é a solução de hipoclorito de sódio (NaOCl), em função da sua atividade antibacteriana e sua capacidade de dissolução tecidual (REF). Geralmente, a limpeza e descontaminação alcançada pelo NaOCl é complementada pela ação do ácido etileno-diamino-tetracético (EDTA), que por ser um agente quelante com capacidade de descalcificar e remover íons cálcio da dentina e da *smear layer* atua sobre sua porção inorgânica (Stojic et al., 2010; Zhang et al., 2010; Yeung et al., 2014).

Outro fator crucial para a desinfecção é o volume de solução química utilizado, uma vez que a energia cinética gerada pelo fluxo produzido durante o procedimento

de irrigação-aspiração promove uma maior remoção de detritos (Yamada et al., 1983; Darcey et al., 2016), além do tempo de ação necessário para que essas substâncias promovam suas propriedades. Diante disso, a simplificação da instrumentação pela qual tem passado os procedimentos de PQM tem acarretando em um menor tempo de ação da solução irrigadora, influenciando assim a limpeza do SCR (Versiani et al., 2013; Bürklein et al., 2014), principalmente em seu terço apical. Este, por ter uma anatomia complexa, além de estar distante da embocadura dos condutos, acaba recebendo um menor volume de solução irrigante o que, por consequência, dificulta o alcance desta região com as agulhas de irrigação (Khademi et al., 2006; Arnold et al., 2013). Desse modo, além das propriedades químicas, se faz necessária a associação a um sistema eficaz de distribuição da solução irrigante no SCR, principalmente a áreas não atingidas pelos instrumentos endodônticos (Justo et al., 2014).

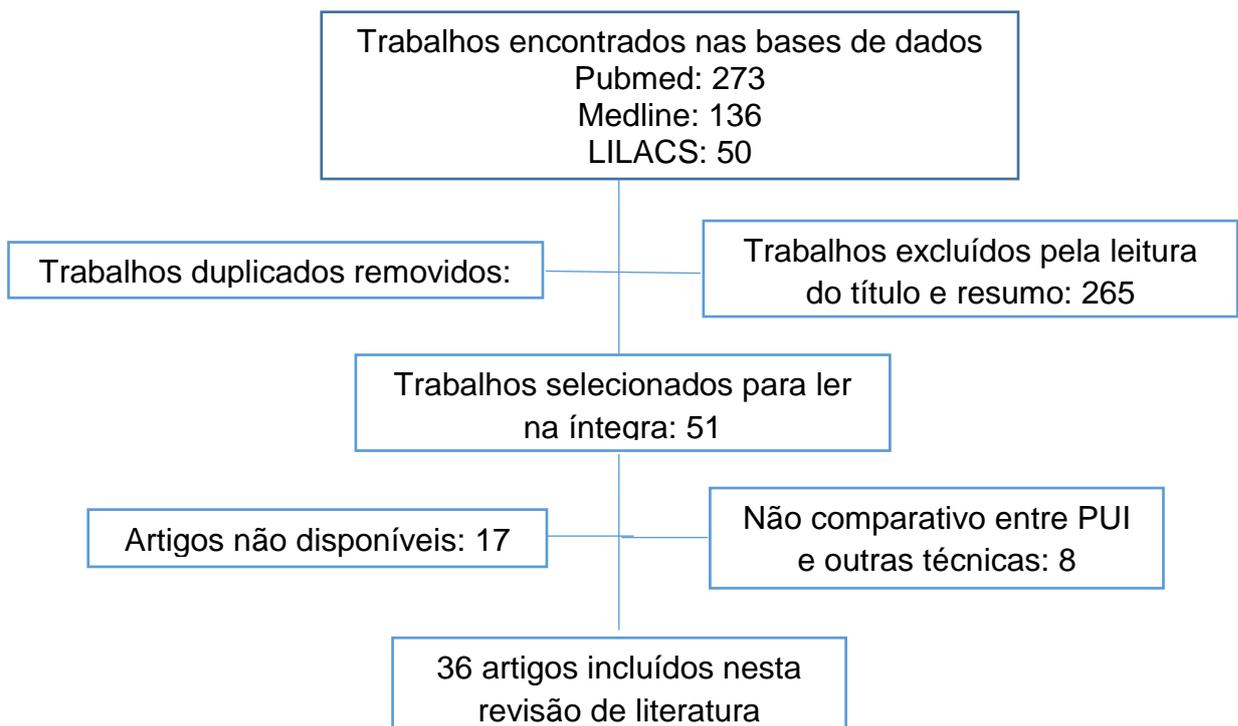
Diante disso, como forma de proporcionar uma maior limpeza, diversos protocolos adicionais surgiram para intensificar o uso da substância química auxiliar. Dentre eles, a Irrigação Ultrassônica Passiva (*Passive ultrasonic irrigation - PUI*) que possui elevado destaque por sua eficácia na potencialização da ação das soluções irrigadoras (REF). Este método, primeiramente descrito por Weller e colaboradores (ano), consiste na ativação da solução química dentro do SCR com o intuito de aumentar a eficácia da desinfecção (Munoz et al., 2012; Mancini et al., 2013; Ahuja et al., 2014; Jiménez et al., 2014; Guerreiro-Tanomaru et al., 2015; Leoni et al., 2017). Sua aplicação se dá pela utilização de um inserto acoplado a aparelho ultrassônico que atua até o comprimento de trabalho do canal, sendo movido passivamente evitando o contato com as paredes do SCR, promovendo ação de cavitação, microvaporização acústica e ondas de impacto na solução (Munoz et al., 2012; Khaord et al., 2015; Leoni et al., 2017). Nestas condições, cria-se um fluxo acústico que causa a ruptura física de agregações bacterianas, como o biofilme (Harrison et al., 2010). Segundo a literatura, a PUI oferece os melhores resultados no que se refere à limpeza e remoção de debris (Lui et al, 2007; Kuah et al, 2009; Lima et al, 2015).

Sendo assim, o objetivo do presente estudo é discutir a eficácia da PUI na desinfecção do SCR, abordando sua potencialização no efeito antimicrobiano e remoção de *smear layer* e debris, por meio de uma revisão da literatura.

2. METODOLOGIA

Foram selecionados artigos publicados entre os anos de 2010 e 2017, por meio das bases de dados PUBMED-MEDLINE (*Medical Literature Analysis and Retrieval System online*) e LILACS (Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde), utilizando as palavras-chave: Endodontia, irrigação, ultrassom, em inglês. Foram encontrados 459 artigos, sendo selecionados 36. Foram incluídos artigos disponíveis na íntegra, que comparassem a PUI a outro tipo de sistema de irrigação na limpeza do SCR. Foram excluídos artigos que não se adequassem do tema proposto, que demonstrassem o uso da PUI para outras finalidades, que não fizessem uso da PUI na comparação de técnicas de limpeza e revisões de literatura. A Figura 1 mostra um fluxograma do processo de seleção de artigos para esse estudo.

Figura 1. Fluxograma do processo de seleção de artigos



3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 HISTÓRICO

Em 1957, o ultrassom foi introduzido na endodontia por Richman, tendo seu uso popularizado apenas em 1976, após a publicação de Martin e Cunningham que preconizaram ativar uma lima tipo K manual para o preparo do SCR (Plotino et al., 2007). Apesar da grande revolução causada na época, o ultrassom entrou em desuso uma vez que, embora tivesse capacidade remover debris e diminuir bactérias, seu uso provocava desvios em canais curvos (Ahmad; Ford, 1989; Amad, 1991). Inúmeros trabalhos foram realizados e atualmente ele é um dos equipamentos mais utilizados na Endodontia, nas diversas fases do tratamento, desde acesso coronário à obturação, além de na cirurgia pararendodôntica.

Ainda em 1987 já era possível encontrar estudos realizados a luz da microscopia eletrônica de varredura que avaliavam a associação do uso do ultrassom com a irrigação final com solução de hipoclorito de sódio (NaOCl). Dentes humanos extraídos foram preparados de forma padronizada para obtenção de uma camada de *smear layer* uniforme em todos os grupos experimentais. Estes receberam a irrigação final com solução de NaOCl em diferentes concentrações ou água destilada, com agitação ultrassônica ou não. Os resultados mostraram que houve efetiva relação de sinergismo entre a solução de NaOCl com o ultrassom na limpeza do SCR, concluindo que o uso do ultrassom associado ao hipoclorito de sódio potencializou a capacidade de limpeza dos canais radiculares (Cameron, 1987).

3.2 USO DA IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA

A produção de energia ultrassônica é proposta por dois métodos básicos, magneto-estricção e método piezoelétrico. O primeiro método converte a energia eletromagnética em energia mecânica. Já o método piezoelétrico consiste na variação das dimensões físicas de certos materiais sujeitos a campos elétricos, esse foi descoberto em 1880 por Pierre e Jacques Curie. Os ultrassons magneto-estricativos criam unidades com movimento elíptico, o que não é ideal para uso em endodontia; outro inconveniente com estas unidades é que gera um calor intenso e é necessário ter uma forma de ameniza-lo. Unidades piezoelétricas têm algumas vantagens sobre as magnetoestritivos, uma vez que produzem mais ciclos por segundo, 40 contra 24

kHz. Além de suas pontas funcionarem com movimento linear, partir de trás para frente como um êmbulo, sendo ideal para o uso na endodontia (Plotino et al., 2007).

Existem dois tipos de irrigação ultrassônica demonstrados na literatura. A primeira é a combinação simultânea do uso do ultrassom com a irrigação e instrumentação. Já o segundo tipo é conhecido por irrigação ultrassônica passiva (PUI) por combinar apenas a irrigação com ultrassom (Abbott et al., 1991). A primeira tem sido eliminada da prática clínica, devido à dificuldade de controlar o corte de dentina, possibilitando ocorrer aberrações no formato do canal radicular. Além disso, há alta probabilidade de causar perfurações, desvios e degraus apicais (Klyn et al., 2010), não sendo viável para instrumentação manual convencional.

Em 1980, Weller et al. propuseram pela primeira vez o termo PUI para descrever a irrigação sem o uso de instrumentação simultânea. A vibração promovida sem desgaste de dentina reduz o potencial de criação de formas aberrantes no SCR. Durante a PUI, a energia é transmitida por um instrumento ou um fio oscilando em baixa potência, conseqüentemente agitando a solução irrigadora por meio de ondas ultrassônicas que induzem dois fenômenos físicos: fluxo acústico e cavitação do irrigante. O rápido movimento do fluido em forma circular ou como um vortex em torno do instrumento que está vibrando é definido como fluxo acústico. Já a cavitação é a criação de bolhas de vapor ou a expressão, contração e/ou distorção de bolhas pré-existentes em um líquido (Van der Sluis et al., 2007).

3.3 EFEITO ANTIMICROBIANO

Trabalhos demonstram uma boa capacidade de remoção de substrato do biofilme a partir da PUI. Comparada a irrigação convencional, a PUI mostra-se mais eficiente na remoção de biofilmes de *Enterococcus faecalis* em dentes unirradiculares (Bhuva et al., 2010; Bhardwaj et al., 2013). Porém, para que se obtenha uma antissepsia mais eficaz dependerá da solução irrigadora utilizada, principalmente na presença de biofilmes maduros e espessos (Grundling, 2011).

Em 2012, Paiva et al. concluíram que apesar da PUI propiciar uma redução da contagem de bactérias em canais infectados quando comparada a irrigação convencional, ela não é capaz de promover uma completa antissepsia em todos os casos, havendo a continuação por buscas de protocolos alternativos.

No estudo de Bago Juric et al. (2014) foi comparada a ativação do NaOCl à 2,5% por Laser (Er, Cr:YSGG), PUI e RinsEndo. Todos os métodos de ativação mostraram-se igualmente eficazes para a eliminação de biofilmes de *Enterococcus faecalis* em dentes unirradiculares.

Boff *et al.* (2014) compararam a eficácia da PUI em relação à técnica convencional com uso de seringa na limpeza da porção apical de canais achatados. Foram utilizados 20 dentes incisivos humanos inferiores extraídos. Os dentes foram agrupados em grupos A e B. No grupo A, foi utilizada a técnica convencional com uso de seringa, e no grupo B foi utilizada PUI. Em ambos os grupos a solução irrigante utilizada foi NaOCl à 2,5%. Os autores concluíram que a limpeza do segmento apical do SCR dos dentes utilizados no estudo foi melhor quando do emprego da PUI.

No estudo de Chávez-Andrade *et al.* (2014), o objetivo foi avaliar a eficiência da PUI, com fluxo contínuo e intermitente, em relação à irrigação manual convencional (IMC) na limpeza de canais principais e laterais simulados. Foi realizado um estudo com 24 dentes artificiais com canais laterais simulados nos terços médio e apical. Estes foram divididos em três grupos. No primeiro grupo foi utilizada IMC, no segundo grupo, PUI – descarga contínua e, no terceiro grupo, fez-se uso de PUI – descarga intermitente. Em todos os grupos a solução irrigante utilizada foi NaOCl a 1%. Os autores concluíram que PUI e IMC têm semelhante eficácia na limpeza do SCR no terço médio. Porém, no segmento apical, PUI – fluxo intermitente tem maior capacidade de limpeza que IMC.

Jiménez et al. (2014) avaliaram a efetividade da PUI em relação a IMC na remoção da bactéria *E. faecalis* do SCR. Foram utilizados neste estudo *in vitro* 64 dentes unirradiculados infectados com a bactéria, divididos em dois grupos ($n = 30$). Dois dentes foram utilizados como controle positivo e dois dentes utilizados para controle negativo. No primeiro grupo foi utilizada IMC, no segundo grupo fez-se uso da PUI. Em ambos, a substância química auxiliar de escolha foi NaOCl a 3,5%. No controle positivo, dois dentes foram infectados com a bactéria, não recebendo nenhuma técnica de irrigação. No controle negativo, dois dentes foram apenas imergidos em caldo BHI (*Brain Heart Infusion*). Como conclusão, verificaram que a PUI foi mais eficaz na remoção da bactéria *E. faecalis* do SCR nos terços apical, médio e cervical. Todavia, a bactéria é um micro-organismo de alta resistência, sendo difícil sua completa remoção do SCR.

Niazi et al. (2014) em um estudo comparativo afirmaram que a agitação ultrassônica da solução promoveu uma significativa redução do volume de um biofilme multi-espécie induzido *in vitro*. Entretanto, não foi observado uma potencialização da eficácia antimicrobiana dos agentes irrigantes utilizados, com exceção da tripsina que foi potencializada. No estudo de Muhammad et al. (2014) foi observado uma grande redução microbiana de biofilmes multi-espécie utilizando um protocolo de PUI associado ao NaOCl e ao EDTA quando comparado ao PDT com azul de metileno. Ordinola-Zapata et al. (2014) verificaram uma melhor efetividade do Laser PIPS em relação a PUI na remoção bacteriana em biofilmes produzidos *in situ*. Ainda, a PUI se mostrou mais eficiente do que a irrigação convencional e do que a irrigação sônica utilizada o Endoactivator.

Joy et al. (2015) avaliaram a eficácia da PUI, em relação à Irrigação Estática na eliminação do biofilme bacteriano do SCR. Foram utilizados quarenta incisivos centrais superiores permanentes extraídos com raízes retas e canais individuais. Os 40 dentes foram divididos em dois grupos. No primeiro grupo, empregou-se a Irrigação Estática com seringa, enquanto no segundo grupo utilizou-se PUI. Em ambos os grupos foi utilizada NaOCl a 2,5% como solução irrigadora. O biofilme bacteriano foi simulado com o uso de colágeno, nas superfícies do canal dos dentes. Concluiu-se que a PUI removeu maior quantidade de colágeno do SCR dos dentes analisados, quando comparada a Irrigação Estática.

Na Tabela 1 estão representados os principais resultados e metodologias dos estudos sobre efeitos antimicrobianos.

ESTUDO	METODOLOGIA	RESULTADOS
Boff et al. (2014)	20 incisivos humanos inferiores extraídos divididos em dois grupos: técnica convencional com uso de seringa e PUI. Em ambos foi utilizado NaOCl a 2,5% como solução irrigadora.	Melhor limpeza do segmento apical dos dentes com uso da PUI.
Chavez-Andrade et al. (2014)	24 dentes de resina artificial unirradiculados divididos em 3 grupos: IMC, PUI contínua e PUI intermitente.	PUI com fluxo intermitente é mais eficaz na limpeza de

	Em todos os grupos foi utilizado NaOCl a 1% como solução irrigadora.	canais laterais artificiais no segmento apical.
Jiménez e Matos (2014)	64 dentes monorradiculados infectados com a bactéria <i>E. faecalis</i> , divididos em 2 grupos: IMC e PUI. Em ambos, a substância química auxiliar de escolha foi NaOCl a 3,5%. Dois dentes foram utilizados para controle positivo e dois para controle negativo.	PUI foi mais eficaz na remoção da bactéria <i>E. faecalis</i> do SCR nos terços apical, médio e cervical. Todavia, é difícil sua completa remoção do SCR.
Muhammad <i>et al.</i> (2014)	30 dentes foram infectados com um biofilme formado preparado artificialmente por <i>E. faecalis</i> , <i>S. salivarius</i> , <i>P.gingivalis</i> e <i>P. intermedia</i> bacterias preparados. A seguir foram divididos em 3 grupos com tempos de trabalho de 3 min: LED Aseptim Plus®, PDT com azul de toluidina como fotossensibilizador, PUI usando EDTA 17% e NaOCl 2,6%. Sendo o biofilme avaliado por culturas aeróbicas e anaeróbicas.	Observou-se grande redução microbiana de biofilmes multi-espécie utilizando o protocolo de PUI (NaOCl + EDTA) comparado ao PDT com azul de toluidina e LED Aseptim Plus®, sendo os 2 últimos incapazes de interromper o biofilme microbiano artificial em um tempo de trabalho clinicamente favorável.
Joy <i>et al.</i> (2015)	40 incisivos centrais superiores permanentes extraídos com raízes retas e canais individuais divididos em dois grupos: Irrigação Estática com seringa e PUI. Em ambos foi utilizado NaOCl a 2,5% como solução irrigadora.	PUI remove mais colágeno (simulador de biofilme) que irrigação estática.

3.4 REMOÇÃO DE SMEAR LAYER E DEBRIS

No estudo de Rodig *et al.* (2010) foi comparado, por meio de microscopia eletrônica de varredura, a eficácia de diferentes técnicas de agitação de irrigantes na

remoção da *smear layer* e debris de canais radiculares curvos. Os canais foram irrigados com NaOCl a 3% e EDTA a 20%; foram utilizadas diferentes técnicas de agitação: grupo controle – sem agitação, agitação ultrassônica com lima tipo K #15, Sistema EndoActivator e CanalBrush. Os resultados mostraram que a agitação dos irrigantes promoveu uma remoção de debris e *smear layer* significativamente maior que o grupo controle, sendo maior no terço cervical no que no apical. O Sistema EndoActivator apresentou maior eficiência na remoção de *smear layer* e debris do que a agitação ultrassônica e o CanalBrush.

Em outro estudo, Rodig *et al.* (2010) avaliaram a efetividade de um novo sistema de irrigação, o chamado Sistema Vibringe em relação a PUI e IMC na remoção de detritos das irregularidades simuladas de canais radiculares. Foram utilizados dez incisivos laterais superiores extraídos com raízes retas, divididos em três grupos. No primeiro grupo fez-se uso da IMC, no segundo grupo o Sistema Vibringe foi utilizado, e no terceiro grupo utilizou-se PUI. Em todos os grupos a solução irrigadora utilizada foi NaOCl a 1%. O estudo concluiu que a PUI removeu significativamente maior quantidade de debris das irregularidades simuladas dos canais radiculares, em comparação a IMC e Sistema Vibringe. No entanto, nenhuma das técnicas foi capaz de remover completamente o debris dentinários das irregularidades simuladas.

Apesar de alguns estudos não mostrarem resultados satisfatórios no uso da PUI, Jiang *et al.* (2010) demonstraram que a eficiência depende do sentido de oscilação do instrumento no canal radicular, e assim quando trabalhos não padronizam o sentido, os resultados podem não ser fidedignos.

Avaliação em MEV da eficácia da PUI na remoção de debris em ranhuras simuladas nos canais radiculares foi realizada por Justo *et al.* (2014). Para tal, realizaram um estudo com 90 incisivos laterais bovinos, divididos em três grupos experimentais e um grupo controle. Em seguida, cada grupo foi dividido em dois, nos quais o primeiro grupo recebia três diferentes soluções irrigadoras: NaOCl a 2,5%, Clorexidina a 2% e solução salina, com o uso de PUI junto a cada uma delas. No segundo grupo, era realizada apenas a irrigação individual com cada solução irrigante. Os autores concluíram que a utilização de PUI produziu resultados mais favoráveis quanto à remoção de debris das irregularidades do segmento apical do SCR, em relação a não utilização da técnica.

Sahar-Herlft et al. (2015) avaliaram em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) a eficiência das técnicas de irrigação para remoção de *smear layer* com EDTA a 17%: seringa e agulha, PUI 1 mm aquém do comprimento de trabalho e PUI no terço cervical, Laser Er:YAG 1 mm aquém do comprimento de trabalho e Laser Er:YAG no terço cervical. A remoção da camada de esfregaço foi mais efetiva quando os canais radiculares foram irrigados usando o laser Er:YAG com baixa energia com solução EDTA a 17%. Já o estudo de Akyuz et al. (2015) com metodologia semelhante, não houve diferença estatisticamente significativa entre a PUI e o Laser Er:YAG.

Em 2017, Duque et al. estudaram a eficácia da Easy Clean em movimento contínuo e recíprocante, da PUI, do Sistema EndoAtivator e irrigação convencional para a remoção de debris em canais radiculares e zona de istmo. O protocolo com três ativações das soluções por 20 segundos proporcionou melhor limpeza do SCR e do istmo, sendo o Easy Clean em rotação contínua nos 3 níveis analisados, o Endoativator a 4 mm e a PUI a 6 mm mais eficientes estatisticamente do que a irrigação convencional. Entretanto, não houve diferença estatística entre Easy Clean em rotação contínua, Easy Clean em movimento alternativo e PUI.

Leoni *et al.* (2017) avaliaram a eficácia de quatro tipos de protocolos de irrigação final na remoção de debris de tecidos duros acumulados no SCR de primeiros molares mandibulares. Foram selecionadas 40 raízes mesiais de molares mandibulares divididas em quatro grupos. No primeiro grupo foi utilizada Pressão Apical Positiva, no segundo grupo PUI, no terceiro grupo fez-se uso da Self-adjusting File e no quarto grupo foi utilizado XP-endo Finisher (XPF). Em todos os grupos foi utilizado NaOCl a 2,5% como solução irrigadora. Os autores concluíram que todos os grupos apresentaram redução dos detritos de tecidos duros acumulados no SCR dos primeiros molares mandibulares. Contudo, nos grupos PUI e XPF o percentual de redução média de debris de tecidos duros acumulados foi maior, em relação às outras técnicas, porém não há diferença estatisticamente significativa entre os dois sistemas.

Na Tabela 2 estão representados os principais resultados e metodologias dos estudos sobre remoção de *smear layer* e debris.

ESTUDO	METODOLOGIA	RESULTADOS
Rodig <i>et al.</i> (2010)	10 incisivos laterais superiores extraídos com raízes retas, divididos em três grupos: IMC, Sistema Vibringe e PUI. Em todos os grupos a solução irrigadora utilizada foi NaOCl a 1%.	PUI removeu maior quantidade de debris das irregularidades simuladas dos canais radiculares, em relação às outras técnicas. Porém, nenhuma delas é capaz de remover debris dentinário por completo do SCR.
Justo <i>et al.</i> (2014)	90 incisivos laterais de bovinos divididos em 3 grupos experimentais e grupo controle. Após, cada grupo dividido em 2. No primeiro: uso de NaOCl a 2,5%, Clorexidina a 2% e solução salina, com o uso de PUI com cada uma das soluções. No segundo: irrigação individual com cada solução irrigante.	PUI teve maior eficácia na remoção de debris dentinários das irregularidades do SCR, comparada a não utilização da técnica.
Sahar-Herlft <i>et al.</i> (2015)	60 dentes foram avaliados por MEV, sendo divididos em 6 grupos quanto a eficiência das técnicas de irrigação para remoção de smear-layer com EDTA a 17%: seringa e agulha, PUI 1mm aquém do comprimento de trabalho e PUI no terço cervical, Laser Er: YAG 1mm aquém do comprimento de trabalho e Laser Er: YAG no terço cervical.	A camada de esfregaço é removida de forma mais eficiente usando irrigação é ativada por laser com baixa energia com EDTA a 17%.
Duque <i>et al.</i> (2017)	50 raízes mesiais de molares mandibulares, divididas em 5 grupos (n = 10): Easy Clean em rotação contínua, Easy Clean em movimento	O protocolo com três ativações da solução de irrigação por 20 segundos proporcionou melhor limpeza do SCR e do istmo, sendo

	<p>alternativo, PUI, Endoativator e irrigação convencional. Avaliou-se as áreas de detritos remanescentes através de MEV.</p>	<p>o Easy Clean em rotação contínua nos 3 níveis analisados, o Endoativator a 4 mm e a PUI a 6 mm mais eficientes estatisticamente do que a irrigação convencional.</p>
<p>Leoni <i>et al.</i> (2017)</p>	<p>40 raízes mesiais de molares mandibulares, divididos em 4 grupos (n = 10): APP, PUI, SAF e XPF. Em todos os grupos foi utilizado NaOCl a 2,5% como solução irrigadora.</p>	<p>Nos grupos PUI e XPF o percentual de redução média de detritos de tecidos duros acumulados no SCR foi maior. Porém, não há diferença estatisticamente significativa entres os dois sistemas.</p>

4. DISCUSSÃO

A PUI é uma técnica eficaz na limpeza do SCR, principalmente no segmento apical (Harrison et al., 2010; Chávez-Andrade et al., 2014; Justo et al., 2014). Contudo, no estudo de Kato *et al.* foi concluído que a técnica, embora permita maior ativação da solução irrigante nos canais laterais do SCR, não o faz até o comprimento de trabalho (Gregorio et al., 2010).

Quanto à eficácia da técnica na remoção da bactéria *E. faecalis* do SCR, principal micro-organismo causador das falhas do tratamento endodôntico, a literatura apresenta divergências. Um estudo demonstrou que a técnica é extremamente eficaz na remoção da bactéria, sendo capaz de remover até 100% do micro-organismo nos terços médio e cervical, em relação a IMC (Jiménez et al., 2014). Porém, em outro estudo observa-se apontamento de que não há diferenças significantes entre PUI e IMC no grau de remoção da bactéria do SCR (Guerreiro-Tanomaru et al., 2015). Contudo, ambos estão em concordância de que nem a PUI nem a IMC são capazes de remover por completo a bactéria *E. faecalis* do SCR (Jiménez et al., 2014; Guerreiro-Tanomaru et al., 2015). Também não são encontradas diferenças significantes entre irrigação ultrassônica e medicação intracanal com Hidróxido de Cálcio no grau de remoção da bactéria do SCR (Harrison et al., 2010). Ainda, outro estudo mostra que a Instrumentação Mecânica (IM) é mais eficaz na remoção da bactéria *E. faecalis* de canais largos (Pladisai et al., 2016). Finalmente, ao comparar PUI a novas técnicas, como a Terapia Fotodinâmica (PDT) na remoção da bactéria *E. faecalis* do SCR, a PUI se mostrou mais eficaz (Xhevdet et al., 2014).

Embora a 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 para esse 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 para fluxo intermitente, e outros apontam maior eficácia para o fluxo contínuo (Castelo-Baz et al., 2012; Chávez-Andrade et al., 2014). Há também, estudos que não mostram significância estatística entre os métodos (Tanomaru-Filho et al., 2016). Além disso, não estão estabelecidos na literatura de forma definitiva as soluções irrigadoras mais

eficazes, o tempo de irrigação e a concentração dessas soluções, dificultando os estudos e a difusão da PUI (Jiménez et al., 2014; Justo et al., 2014).

Finalmente, ao comparar a técnica de PUI com outros sistemas de irrigação, estudos apontam que algumas técnicas têm demonstrado melhor resultado na remoção de debris dentinários no segmento apical do SCR e outras possuem a mesma eficácia para esta finalidade. Técnicas como Sistema Reciprocante, Agitação Dinâmica Manual e Sistema Endovac têm sido propostos como melhores técnicas para a limpeza e desinfecção do SCR, em especial, no segmento apical e regiões de istmo (Saber et al., 2011; Mancini et al., 2013; Muhammad et al., 2014; Thomas et al., 2014; Freire et al., 2015; Khaord et al., 2015; Kato et al., 2016).

Contudo, em relação ao Sistema Endovac, outros trabalhos demonstram que não há diferenças significativas na limpeza do SCR entre PUI e o mesmo, e ambos são mais eficazes do que a técnica de IMC, segundo alguns autores (Munoz et al., 2012; Freire et al., 2015). Resultado semelhante também foi encontrado ao comparar PUI e XPF, onde verificou-se que não há diferença estatisticamente significativa entre esses sistemas na remoção de detritos de tecido duro acumulados no SCR (Leoni et al., 2017). Por fim, ao ser comparada com a técnica de Terapia Fotodinâmica (PDT), na remoção de biofilme do SCR, PUI se mostrou mais eficaz nesse trabalho (Muhammad et al., 2014).

5. CONCLUSÃO

A partir desta revisão da literatura pode-se concluir que a PUI é uma técnica eficaz na limpeza, desinfecção e remoção de debris e *smear layer* do SCR, principalmente se comparada a Irrigação Manual Convencional. Quanto à eficácia da técnica na remoção da bactéria *E. faecalis*, a literatura ainda apresenta resultados divergentes. Maiores estudos sobre sua metodologia de uso se fazem necessários, para o estabelecimento de um protocolo de uso universal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHUJA P., NANDINI S., BALLAL S., VELMURUGAN N. Effectiveness of four different final irrigation activation techniques on smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. **J Dent.**, Tehran, v. 11, n. 1, p. 1-9, jan. 2014.

AHMAD M., PITT FORD T.R. Comparison of two ultrasonic units in shaping simulated curved canals. **J Endod**, v. 15, n. 10, p. 457-62, oct. 1989.

AHMAD M. Comparison between two ultrasonic units in shaping curved canals in teeth using macroradiography. **Endod Dent Traumatol**, v. 7, n. 2, p. 55-8, apr. 1991.

BOFF T.L., ZAMIN C., COGO D.M., VANNI J.R., HARTMANN M.S.M., FORNARI V.J. 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, apr-jun. 2012.

CAMERON J.A. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. **J Endod**, v. 13, n. 11, p. 541-5, nov. 1987.

CASTELO-BAZ P., MARTÍN-BIEDMA B., CANTATORE G., RUÍZ-PIÑÓN M., BAHILLO J., RIVAS-MUNDIÑA B., et al. In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in simulated lateral canals of extracted teeth. **J Endod**, v. 38, n. 5, p. 688-91, may. 2012.

CHÁVEZ-ANDRADE G.M., GUERREIRO-TANOMARU J.M., MIANO L.M., LEONARDO R.T., 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

DUQUE J.A., DUARTE M.A., CANALI L.C., ZANCAN R.F., VIVAN R.R., BERNARDES R.A., BRAMANTE C.M. Comparative Effectiveness of New Mechanical Irrigant Agitating Devices for Debris Removal from the Canal and Isthmus of Mesial Roots of Mandibular Molars. **J Endod**, v. 43, n. 2, p. 326-331, fev. 2017.

FREIRE L.G., IGLECIAS E.F., CUNHA R.S., DOS SANTOS M., GAVINI G. Micro-Computed Tomographic Evaluation of Hard Tissue Debris Removal after Different

Irrigation Methods and Its Influence on the Filling of Curved Canals. **J Endod**, v. 41, n. 10, p. 1660-6, oct. 2015.

DE 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. **J Endod**, v. 36, n. 7, p. 1216-21, jul. 2010.

GUERREIRO-TANOMARU J.M., CHÁVEZ-ANDRADE G.M., FARIA-JÚNIOR N.B., WATANABE E., 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.

HARRISON A.J., CHIVATXARANUKUL P., PARASHOS P., MESSER H.H. The effect of ultrasonically activated irrigation on reduction of Enterococcus faecalis in experimentally infected root canals. The effect of ultrasonically activated irrigation on reduction of Enterococcus faecalis in experimentally infected root canals. **Int Endod J**, v. 43, n. 11, p. 968-77, nov. 2010

JIMÉNEZ L., GÓMEZ J., MATOS M. Irrigación ultrasónica pasiva comparada con irrigación manual en la eliminación del enterococcus faecalis del sistema de conductos (estudio in vitro). **Acta Odontol Venez** (Online), v. 52, n. 21. 2014.

JOY J., MATHIAS J., SAGIR V.M., BABU B.P., CHIRAYATH K.J., HAMEED H. Bacterial Biofilm Removal Using Static and Passive Ultrasonic Irrigation. **J Int Oral Health**, v. 7, n. 7, p. 41-7, jul. 2015.

JUSTO A.M., DA ROSA R.A., SANTINI M.F., FERREIRA M.B.C., PEREIRA J.R., DUARTE M.A.H., et al. Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. **J Endod**, v. 40, n. 12, p. 2009-14, dec. 2014.

KATO A.S., CUNHA R.S., BUENO C.E.S., PELEGRINE R.A., FONTANA C.E., MARTIN A.S. 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. 659-63, apr. 2016.

KHAORD P., AMIN A., SHAH M.B., UTHAPPA R., RAJ N., KACHALIA T., et al. Effectiveness of different irrigation techniques on smear layer removal in apical thirds of mesial root canals of permanent mandibular first molar: A scanning electron microscopic study. **J Conserv Dent**. v. 18, n. 4, p. 321-6, jul-aug. 2015.

LEONI G.B., VERSIANI M.A., SILVA-SOUSA Y.T., BRUNIERA J.F., PÉCORA J.D., SOUSA-NETO M.D. 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, apr. 2017.

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, n. 11, p. 1456-60, nov. 2013.

MUHAMMAD O.H., CHEVALIER M., ROCCA J.P., BRULAT-BOUCHARD N., MEDIONI E. Photodynamic therapy versus ultrasonic irrigation: interaction with endodontic microbial biofilm, an ex vivo study. **Photodiagnosis Photodyn Ther**, v. 11, n. 2, p. 171-81, jun. 2014.

MUNOZ H.R., CAMACHO-CUADRA K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. **J Endod**, v. 38, n. 4, p. 445-8, apr. 2012.

PLADISAI P., AMPORNARAMVETH R.S., 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. 460-4, jan. 2016.

PLOTINO G., PAMEIJER C.H., GRANDE N.M., SOMMA F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. **J Endod**, v. 33, n. 2, p. 81-95, fev. 2007.

RÖDIG T., BOZKURT M., KONIETSCHKE F., HÜLSMANN M. Comparison of the Vibringe System with Syringe and Passive Ultrasonic Irrigation in Removing Debris from Simulated Root Canal Irregularities. **J Endod**, v. 36, n. 8, p. 1410-3, aug. 2010.

RODIG T., DOLLMANN S., KONIETSCHKE F., DREBENSTEDT S., HULSMANN M. Effectiveness of diferente irrigant agitation techniques on debris and smear layer

removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. **J Endod**. v. 36, n. 12, p. 1983-7, dec. 2010.

SABER S.E.D., HASHEM A.A.R. Efficacy of Different Final Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal. **J Endod**, v. 37, n. 9, p. 1272-5, sep. 2011.

TANOMARU-FILHO M., TORRES F.F., CHÁVEZ-ANDRADE G.M., MIANO L.M., GUERREIRO-TANOMARU J.M. 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, sep. 2016.

THOMAS A.R., VELMURUGAN N., SMITA S., JOTHILATHA S. Comparative evaluation of canal isthmus debridement efficacy of modified EndoVac technique with different irrigation systems. **J Endod**, v. 40, n. 10, p. 1676-80, oct. 2014.

XHEVDET A., STUBLJAR D., KRIZNAR I., JUKIC T., SKVARC M., VERANIC P., et al. The disinfecting efficacy of root canals with laser photodynamic therapy. **J Lasers Med Sci**, v. 5, n. 1, p. 19-26. 2014.