

UNILEÃO
CENTRO UNIVERSITÁRIO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

YURI HENRIQUE MELO DAMASCENO DE ANDRADE

**A INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA NA REMOÇÃO
DA SMEAR LAYER E PENETRAÇÃO DO CIMENTO ENDODÔNTICO -
REVISÃO DE LITERATURA**

JUAZEIRO DO NORTE-CE
2021

YURI HENRIQUE MELO DAMASCENO DE ANDRADE

**A INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA NA
REMOÇÃO DA SMEAR LAYER E PENETRAÇÃO DO CIMENTO
ENDODÔNTICO - REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em
Odontologia do Centro Universitário Doutor
Leão Sampaio, como pré-requisito para
obtenção do grau de Bacharel.

Orientador(a): Prof. Dra. Simone Scandiuzzi
Francisco

JUAZEIRO DO NORTE-CE
2021

YURI HENRIQUE MELO DAMASCENO DE ANDRADE

**A INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA NA
REMOÇÃO DA SMEAR LAYER E PENETRAÇÃO DO CIMENTO
ENDODÔNTICO- REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em
Odontologia do Centro Universitário Doutor
Leão Sampaio, como pré-requisito para
obtenção do grau de Bacharel.

Orientador(a): Prof. Dra. Simone Scanduzzi
Francisco

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof.(a) Orientador – Prof. Dra. Simone Scanduzzi Francisco

Prof.(a) Examinador 1 – Nome completo com titulação

Prof.(a) Examinador 2– Nome completo com titulação

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao corpo docente da UNILEÃO em forma de agradecimento pelo conhecimento absorvido durante essa trajetória da graduação. Cada componente do quadro de professores influenciou para que esse trabalho fosse concretizado. Aqui fica meu agradecimento mais sincero.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todo amor, misericórdia e paz, que excede todo e qualquer entendimento;

A meus pais, Soraya e Eduardo, que sempre me encorajaram e incentivaram a ser grande;

Aos meus irmãos, Eduarda e Victor, que me fizeram entender que a distância aproxima, e que o amor pode ser dado de várias formas;

À Laura, minha amiga querida, que somou em todos os momentos dessa trajetória;

Ao Evilânio, meu irmão do peito, que me ensinou tudo que um dia eu achei que sabia;

À Clarice, minha amiga e dupla de tudo que a graduação pôde nos oferecer. Foi uma grande satisfação estar ao seu lado;

Aos meus irmãos de batalha que ombrearam comigo cada dia letivo da graduação.

RESUMO

A obturação dos canais radiculares é responsável por cessar a migração de produtos de degradação e bactérias e suas toxinas no interior do dente para os tecidos periapicais. A remoção da smear layer favorece o aumento da permeabilidade dentinária, o aumento do lúmen dos túbulos dentinários para uma maior difusão da medicação intracanal e o melhor selamento dos materiais obturadores, devido ao melhor imbricamento do cimento nas paredes do canal radicular. Diversos métodos coadjuvantes de agitação da irrigação das soluções irrigadoras vem sendo propostos no sentido do aprimoramento da redução microbiana, penetração e selamento do cimento endodôntico, sendo assim, a irrigação ultrassônica passiva (PUI) visa melhorar a remoção de debris e restos necróticos, em especial das áreas em que os instrumentos não alcançam durante o preparo dos canais radiculares. Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar a influência da ativação ultrassônica passiva de soluções irrigadoras na remoção da smear layer e na penetração do cimento obturador em canais laterais durante a obturação. Para tanto, a busca e a seleção dos estudos foram realizadas em 3 bancos de dados (PubMed, Scientific Electronic Library Online - SCIELO e Biblioteca Virtual em Saúde - BVS), e foram selecionados artigos publicados entre 2009 e 2020. Os resultados dos estudos dessa revisão de literatura constataram que ainda há divergência entre os estudos na comparação da ativação ultrassônica passiva (PUI) das soluções irrigadoras na remoção da smear layer em comparação com o método manual convencional e com outros sistemas disponíveis no mercado. No entanto, a maioria dos estudos verificaram que as técnicas de ativação dos irrigantes resultaram em maior remoção da camada de smear layer e debris quando comparadas ao método convencional com agulha. Ainda assim, os estudos evidenciaram que devido a heterogenicidade dos dados a comparação se torna difícil, havendo a necessidade de padronizar protocolos experimentais e desenvolvimento de um modelo de pesquisa mais representativo que investigue *in vivo* o impacto das técnicas de ativação dos irrigantes nos resultados clínicos após tratamento dos canais radiculares.

Palavras-chave: Irrigação Convencional. Agitação Manual Dinâmica. Irrigação Ultrassônica Passiva. Smear layer. Ativação sônica.

ABSTRACT

The root canal filling is responsible for stopping the migration of bacteria and their toxins inside the tooth to the periapical tissues. Removal of the smear layer favors increased dentin permeability, increased lumen of dentinal tubules aiming greater diffusion of intracanal medication and better sealing of filling materials, due to better cement imbrication on the walls of the root canal. Several supporting methods of activation of solutions during the irrigation process have been proposed in order to improve microbial reduction, penetration and sealing of the endodontic cement. Passive ultrasonic irrigation (PUI) aims to improve the removal of debris and necrotic debris, in particular areas that the instruments do not reach during root canal preparation. So, the aim of this study was to analyze the influence of passive ultrasonic activation of irrigating solutions on the removal of the smear layer and the penetration of filling cement into lateral canals during filling. Therefore, the search and selection of studies were performed in 3 databases (PubMed, Scientific Electronic Library Online - SCIELO and Biblioteca Virtual em Saúde - BVS), and articles published between 2009 and 2020 were selected. Through the literature review it was found that there is still divergence between studies in comparing the passive ultrasonic activation (PUI) of irrigating solutions in the removal of the smear layer and penetrability of the endodontic sealer when compared with the conventional manual method and other systems available on the market. However, most studies found that the techniques for activating the irrigants resulted in greater removal of the smear layer and debris, as well as greater penetrability of the endodontic sealer when compared to the conventional method with a needle. Even so, studies showed that due to the heterogeneity of the data, comparison becomes difficult, with the need to standardize experimental protocols and develop a more representative research model that investigates *in vivo* the impact of irrigant activation techniques on clinical results after root canal treatment.

Keyword: Convencional irrigation. Manual dynamisis irrigation. Passive ultrasonic irrigation. Smear layer. Sonic activation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Fluxograma dos tipos de técnicas de agitação de irrigação e dispositivos disponíveis para uso em endodontia..... 15
- Figura 2** – Foto do efeito *acoustic streaming* ao redor de uma lima #15..... 16
- Figura 3A** – Efeito de *microstreaming*..... 17
- Figura 3B** – Geração de ondas ao redor de uma lima acionada ultrassonicamente.....17

LISTA DE SIGLAS

BVS	Biblioteca Virtual em Saúde
EDTA	Ácido Etilenodiaminotretacético
MDA	Agitação Manual Dinâmica
MEV	Microscopia Eletrônica De Varredura
NaOCL	Hipoclorito de Sódio
PI	<i>Passive Irrigation</i>
PUI	Irrigação Ultrassônica Passiva
SCIELO	<i>Scientific Eletronic Library Online</i>
SCR	Sistema De Canais Radiculares
SEM	Microscópio De Escaneamento Eletrônico
UAI	<i>Ultrasound Activated Irrigation</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 METODOLOGIA.....	13
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
4 DISCUSSÃO.....	18
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
REFERÊNCIAS.....	25

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico visa controlar e prevenir a infecção pulpar e perirradicular através da completa remoção do tecido pulpar, dos microrganismos e da dentina infectada, além da adequada modelagem e obturação hermética, propiciando condições ideais para o selamento da cavidade pulpar e reparo dos tecidos perirradiculares (LOPES e SIQUEIRA, 2020). O preparo químico-mecânico e a medicação intracanal devem reduzir a carga bacteriana a níveis compatíveis com o reparo perirradicular, contudo, apesar das inúmeras inovações tecnológicas de equipamentos e instrumentos, a complexidade anatômica do Sistema de Canais Radiculares (SCR) continua a ser um fator limitante durante o preparo químico-mecânico, favorecendo a permanência de remanescentes teciduais e bacterianos em istmos, reentrâncias e ramificações, especialmente em canais ovais, achatados ou curvos. Sendo assim, o papel primordial da obturação é manter estes níveis baixos, eliminando o espaço para recolonização (COHEN e HARGREAVES, 2017).

A obturação dos canais radiculares é a última etapa operacional do tratamento endodôntico convencional, e, por essa razão, ainda que não se possa destacar uma fase como a mais importante do tratamento endodôntico, uma atenção especial deve ser dada para esta fase, cujo objetivo é a eliminação de espaços vazios, originalmente ocupados pela polpa dental, que podem servir de nichos para a proliferação de microrganismos que resistiram ao preparo do canal (infecção persistente), ou que, em momento posterior, possam ganhar acesso a estes espaços (infecção secundária) (LOPES e SIQUEIRA, 2020).

A smear layer é uma camada amorfa, irregular e granular, sendo uma mistura complexa de partículas inorgânicas e orgânicas, proteínas, tecido pulpar, células sanguíneas e, em canais infectados, bactérias e fungos (LOPES e SIQUEIRA, 2020). Ela é produzida a partir do atrito dos instrumentos durante o processo de limpeza e modelamento das paredes dos canais radiculares. Quando não é removida, a smear layer pode interferir na ação das soluções irrigadoras, além de desintegrar-se lentamente e se dissolver em volta dos materiais obturadores, interferindo na adesão e a penetração de cimentos de canais radiculares. Portanto, a remoção dela facilita a penetração dos cimentos obturadores nos túbulos dentinários e melhora a adaptação do cone de gutapercha às paredes do canal, aumentando a eficiência seladora da obturação (YILMAZ *et*

al., 2020). Clinicamente o EDTA é o agente quelante rotineiramente mais utilizado durante o tratamento endodôntico. Segundo (LOPES e SIQUEIRA, 2020), devido ao pequeno diâmetro do canal radicular, bolhas de ar (fenômeno “vapor lock”) que frequentemente ficam aprisionadas no seu interior, impedindo o contato da solução química com as paredes dentinárias, dificultando, assim, a remoção da smear layer, principalmente no segmento apical do canal.

Atualmente, o método ainda mais utilizado é o manual, realizado por meio de uma agulha adaptada a uma seringa com pressão positiva apical. A agitação manual com instrumentos endodônticos torna possível a remoção parcial das bolhas de ar. Sendo assim, inúmeras estratégias têm sido propostas para otimizar o efeito das soluções irrigadoras dentro do SCR (LOPES e SIQUEIRA, 2020). De acordo com (COHEN e HARGREAVES, 2017), recentemente alguns novos dispositivos foram introduzidos para irrigação e/ou desinfecção endodôntica, entre os quais estão o EndoActivator System (DENTSPLY Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, EUA), a Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI), o EndoVac (Discus, Culver City, CA, EUA), o Safety-Irrigator (Vista Dental Products, Racine, WI, EUA), a desinfecção por fotoativação, o ozônio, entre outros. Esses dispositivos novos usam pressão, vácuo, oscilação e/ou uma combinação à sucção (CASTAGNA *et al.*, 2013).

A irrigação ultrassônica passiva (PUI) baseia-se na transmissão de energia acústica pelo agente irrigante por meio de um inserto ou lima. Essa energia é dissipada na substância por ondas ultrassônicas, as quais geram cavitação transiente ou estável e microcorrenteza acústica, potencializando a ação dos irrigantes (LOPES e SIQUEIRA, 2020). Martin e Cunningham (1984) atribuíram o sucesso da instrumentação ultrassônica à interação da energia ultrassônica e a solução irrigante (BASRANI, 2015). Na literatura vários estudos demonstraram que a aplicação da PUI após o preparo do canal radicular proporcionou paredes mais limpas do que a irrigação convencional com seringas e cânulas (LOPES e SIQUEIRA, 2020).

Inúmeros estudos tem demonstrado que a instrumentação, seja ela rotatória ou manual, tem a capacidade de gerar um magma residual, tanto orgânico como inorgânico, no interior dos canais, denominado de smear layer. A remoção da smear layer por essas substâncias favorece o aumento da permeabilidade dentinária, o aumento do lúmen dos túbulos dentinários para uma maior difusão da medicação intracanal e o melhor selamento

dos materiais obturadores, devido ao melhor imbricamento do cimento nas paredes do canal radicular (COHEN e HARGREAVES, 2017).

Assim, este trabalho, através de uma revisão de literatura obedecendo a uma metodologia de inclusão e exclusão, teve como objetivo analisar a influência da ativação ultrassônica passiva de soluções irrigadoras na remoção da smear layer em comparação com a irrigação manual convencional e com outros sistemas disponíveis no mercado, além de verificar a sua efetividade na penetração do cimento obturador em canais laterais, durante a obturação.

2 METODOLOGIA

O percurso metodológico desta revisão de literatura narrativa incluiu pergunta de partida, estratégia de busca, critérios de inclusão e exclusão e avaliação do mérito científico dos artigos selecionados. A questão norteadora considerada para este estudo foi “A utilização da irrigação ultrassônica passiva (PUI) pode promover uma remoção mais eficaz da smear layer e uma maior penetração do cimento endodôntico, durante a obturação dos canais radiculares?”

A busca e seleção dos estudos foi realizada num período entre fevereiro e março de 2021, em 3 bancos de dados (PubMed, Scientific Electronic Library Online - SCIELO e Biblioteca Virtual em Saúde - BVS), a fim de identificar todos os estudos de prevalência relevantes que utilizaram comparativamente a PUI para a remoção smear layer e penetração do cimento endodôntico.

Foram utilizados os seguintes termos em inglês: “Convencional irrigation”, “Ultrasonic irrigation”, “Smear layer”, “EDTA”, “Sealer”, “Tubule penetration”, “Sonic activation”, “Manual dynamisis irrigation” e “Passive ultrasonic irrigation”.

As buscas foram realizadas, sendo selecionados artigos, publicados entre 2009 e 2020, nos idiomas português e inglês. Foram incluídos: (1) artigos originais; (2) estudos experimentais *in vitro* (3); artigos de revisão sistemática e meta-análise; (4) artigos publicados apenas em inglês; e (5) artigos publicados apenas em português. Foram excluídos do presente estudo artigos com metodologia do tipo revisão de literatura e relato de caso. Além disso, foram excluídos também artigos repetidos em diferentes base de dados, bem como artigos cujos recortes metodológicos foram considerados distantes do objetivo do presente estudo, incluindo todos aqueles que discorriam sobre o assunto de uma forma ampla, ou seja, que avaliaram comparativamente os dispositivos para a remoção da smear layer e penetração do cimento durante a obturação dos canais radiculares.

3 REVISÃO DA LITERATURA

A técnica de irrigação convencional consiste no uso de seringas acopladas a agulhas para levar as soluções irrigadoras até a região apical, a fim de promover o fluxo e refluxo dentro do SCR. No entanto, essa tradicional técnica de irrigação fornece soluções não mais do que 0-1,1 mm além da ponta da agulha, e isso é insuficiente para que haja a completa limpeza dos sistema de canais radiculares, principalmente pela presença de complexidades tais como canais laterais, istmos e canais acessórios. Além disso, pode ocorrer o fenômeno “vapor lock” dificultando a penetração da solução, devido a formação de bolhas no terço apical durante a irrigação (BASRANI, 2015; LOPES e SIQUEIRA, 2020).

Segundo Yilmaz *et al.* (2020), muitas técnicas de distribuição de irrigantes e métodos de agitação foram propostos para resolver o problema de manter a limpeza e desinfecção eficientes durante a irrigação final. A agitação dos irrigantes também pode melhorar as propriedades de vedação da obturação do canal radicular, proporcionando uma melhor interface de selamento entre a obturação e as paredes do canal.

Além da irrigação convencional, outras técnicas para a desinfecção endodôntica foram propostas e testadas, incluindo os sistemas a laser e o ozônio gasoso. Recentemente foram introduzidos alguns novos dispositivos para irrigação e/ou desinfecção endodôntica que usam pressão, vácuo, oscilação e/ou uma combinação à sucção durante o fluxo dos irrigantes. Dentre eles, têm-se no mercado os sistemas manuais com pressão positiva e negativa (EndoVac™ da SybronEndo, Sistema RinsEndo® da Dürer Dental GmbH & Co. KG, Bietigheim-Bissingen, Alemanha), métodos mecânicos de agitação (XP-Endo® Finisher da FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça; XP Clean: MKLife, Porto Alegre, RS, Brasil; Easy Clean da Easy equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, MG, Brasil), métodos sônicos de agitação (O EndoActivator® da Dentsply Sirona, Tulsa, OK, EUA; Vibringe® da Cavex Holland BV, Haarlem, Holanda; EDDY® da VDW, Munique, Alemanha; sistema GentleWave® da Sonendo Inc., Laguna Hills, CA, EUA); métodos ultrassônicos de ativação (Agitação ultrassônica passiva (PUI), Agitação ultrassônica contínua (CUI). (FIG.1) (GU *et al.*, 2009).

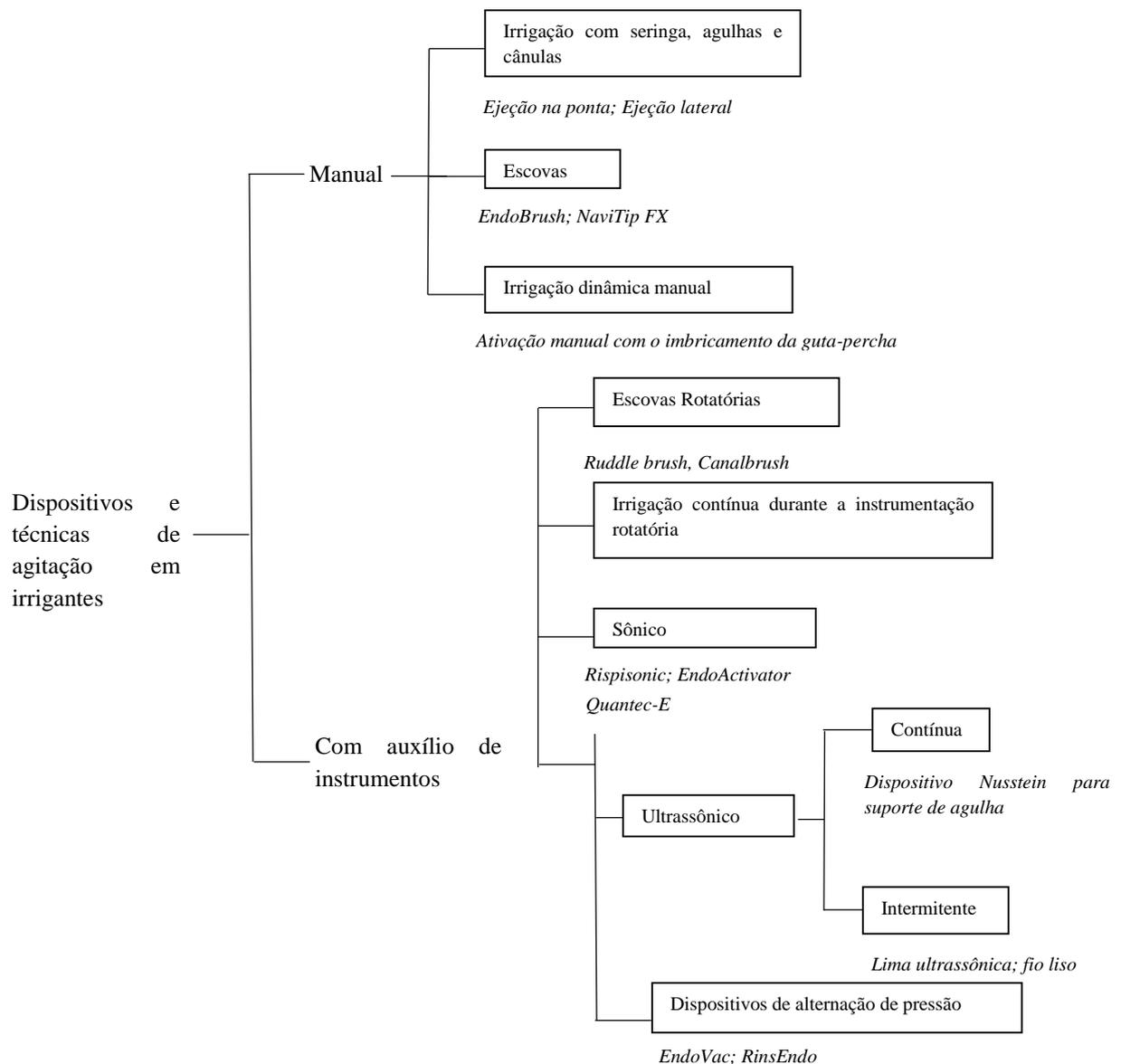


Figura 1- Fluxograma dos tipos de técnicas de agitação de irrigação e dispositivos disponíveis para uso em endodontia

Fonte: GU *et al.*, 2009, 792.

A irrigação ultrassônica passiva (PUI), descrita pela primeira vez por Weller *et al.* (1980), usa uma lima de aço inoxidável para ativar o irrigante no canal. A PUI é capaz de romper o biofilme endodôntico, facilitando uma melhor penetração dos irrigantes através das paredes dentinárias endodônticas.

A irrigação ultrassônica passiva consiste no uso de uma lima de metal lisa que vibra no canal em uma frequência ultrassônica. A ponta vibratória induz o fluxo, método de limpeza muito eficaz. Para isso, a lima deve ter movimento livre no canal, sem fazer contato com as paredes dele. Consequentemente, esse método pode ser aplicado com

eficácia somente após a instrumentação do canal. No entanto, a plicação dele não é recomendada em canais curvos, nos quais a lima toca a parede do canal. São recorrentes os estudos sobre a eficácia da PUI após a preparação do canal para remover tecido e detritos. Em geral, foi relatado que a PUI é mais eficaz do que a simples irrigação com seringa e agulha (BASRANI, 2015).

A energia ultrassônica provoca um fenômeno físico denominado microcorrente acústica, que é considerada um efeito secundário de um campo acústico. A microcorrente acústica de um sistema ultrassônico usado em Endodontia pode ser definida como a circulação de uma solução irrigante em torno de um instrumento endodôntico ativado no interior do canal radicular (FIG.2). (COHENCA, 2014)

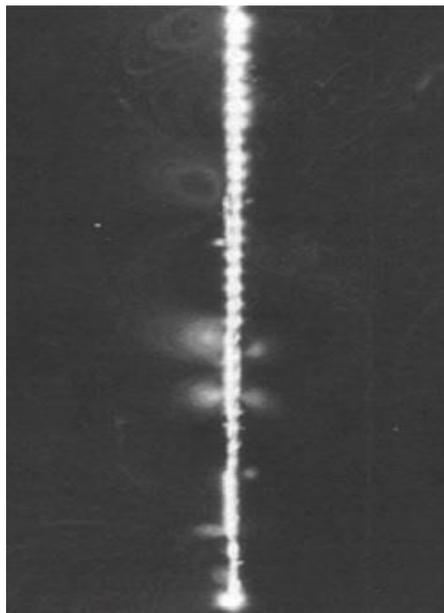


Figura 2. Foto do efeito *acoustic streaming* ao redor de uma lima #15.
Fonte: (BASRANI, 2015, p. 177)

Na figura 3a e 3b, observa-se a formatação de corte padrão ao longo do instrumento, lima ou ponta de ultrassom, que determina o fluxo do *acoustic streaming* em seu longo eixo. Com esse padrão de forma, em um instrumento conduzido por um sistema de ultrassom, é possível chegar a um resultado mais complexo de remoção de debris (COHENCA, 2014).

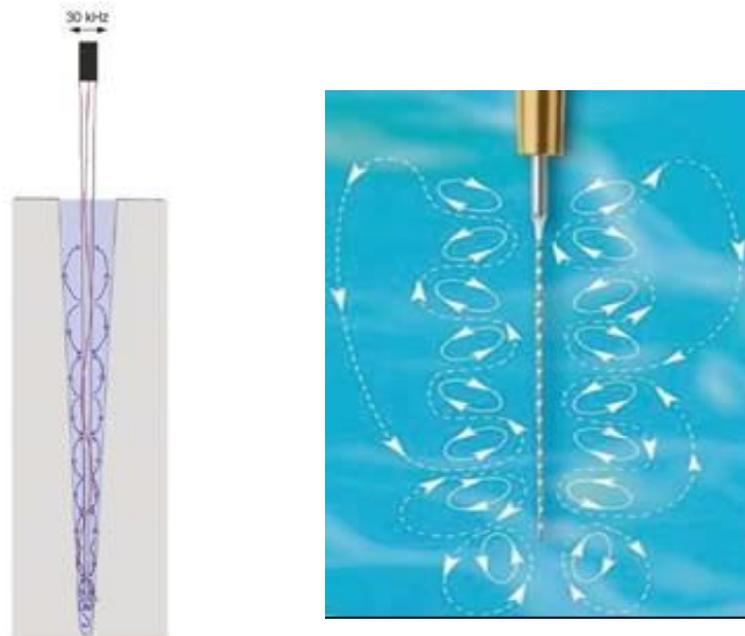


Figura 3. A: Efeito de microstreaming ultrassonicamente.
Fonte: (BASRANI, 2015, p. 178)

B: Geração de ondas ao redor de uma lima acionada ultrassonicamente.

Outra vantagem do emprego dos aparelhos ultrassônicos é o maior volume de solução química usado durante a irrigação-aspiração do canal radicular (LOPES e SIQUEIRA, 2020).

4 DISCUSSÃO

O preparo químico mecânico dos canais radiculares é uma etapa primordial na redução da contaminação endodôntica. A limpeza do SCR é realizada através da instrumentação manual ou rotatória, associada a substâncias químicas irrigantes, como o hipoclorito de sódio (NaOCl) e o ácido etilenodiaminatetracético (EDTA), os quais podem penetrar em áreas mecanicamente inacessíveis, dissolvendo tecidos orgânicos e removendo camadas de smear layer (CARON *et al.* (2010). Sendo assim, na literatura, a agitação ultrassônica desses irrigantes tem sido priorizada em relação a irrigação/aspiração convencional (seringa e agulha). Aparelhos ultrassônicos vêm sendo empregados na agitação de soluções químicas durante e após a instrumentação de canais radiculares. A vibração obtida aumenta a agitação mecânica da solução química no interior do canal, possibilitando maior limpeza em relação à remoção de tecido pulpar, das raspas de dentina, da smear layer e de microrganismos (LOPES e SIQUEIRA, 2020). Por fim, os cimentos endodônticos possuem propriedades antibacterianas e seu potencial máximo é alcançado quando colocado em contato direto com as paredes do canal radicular limpas e preparadas. A penetração dos cimentos nos túbulos dentinários também melhora o selamento e a qualidade da obturação. Dito isso, dois aspectos devem ser levados em consideração na fase de obturação dos SCR, a remoção da smear layer e a penetração do cimento endodôntico, para que ocorra o correto selamento hermético. (LOPES e SIQUEIRA, 2020)

Tem sido amplamente considerado que a camada de smear layer atua como uma barreira que pode dificultar a penetração de irrigantes, medicamentos e/ou selantes do canal radicular nos túbulos dentinários. Embora haja alguma discordância sobre a remoção da smear layer, a recomendação geral é para que ela seja eliminada antes da obturação. Alguns estudos observaram o efeito da remoção da smear layer na interação entre a dentina e o material obturador (SCHMIDT *et al.*, 2015). O material obturador líquido consegue penetrar com mais facilidade no substrato quando há uma adequada remoção de smear layer na fase de instrumentação e irrigação, uma vez que nessa fase a atuação de agentes solventes e quelantes se fazem presentes e desorganizam todo o biofilme da smear layer das paredes dentinárias do SCR. Por isso, o tratamento endodôntico tem uma ligação direta entre a remoção da smear layer e o preenchimento máximo do espaço possível no sistema de canais radiculares.

A fase da irrigação e instrumentação é responsável pela desordenação e dissolução da smear layer. Durante essa fase, há a utilização de manobras que podem potencializar esse processo, uma delas é a PUI, que, alinhada com soluções irrigadoras e agentes de quelação, tem papel fundamental no passo a passo para um tratamento endodôntico de qualidade. Inúmeros estudos relataram a eficácia da PUI em relação a simples irrigação com seringa e agulha. Goodman *et al.* (1985) e Lev *et al.* (1987) relataram que a adição de 3 minutos de PUI por canal melhorou significativamente a limpeza dos ístmos das raízes mesiais de molares inferiores *in vitro* nos níveis de 1 e 3 mm do ápice do canal. Metzler e Montgomery (1989) encontraram resultados semelhantes usando 2 minutos de PUI (BASRANI, 2015).

Atualmente estudos sobre a remoção da smear layer e limpeza dos canais radiculares mostraram que as técnicas de ativação melhoram a eficácia da irrigação final. (MANCINI *et al.*, 2013; CARON *et al.*, 2010; KUAH *et al.*, 2009; MOZO *et al.*, 2014)

Do mesmo modo Mancini *et al.* (2013) concluíram que a solução irrigadora, quando ativada ultrassonicamente, tem seu efeito de limpeza completamente potencializado. Durante a fase de limpeza, foi constatado que há de fato uma melhor remoção de lama dentinária (smear layer) em diferentes profundidades, não sendo observado uma eficácia maior em algum terço radicular, ainda que utilizando diferentes métodos de agitação. Observaram ainda que a limpeza apresentou qualidades diversas nos diferentes terços da raiz, sendo mais limitada no terço apical. Segundo os autores, o sistema EndoActivator foi significativamente mais eficiente do que o PUI e os grupos de controle na remoção da smear layer nos 3, 5 e 8 mm do ápice. Em 5 e 8 mm do ápice, a PUI e o EndoVac não diferiram de forma significativa. Em contrapartida Castagna *et al.* (2013) verificaram que a remoção da smear layer associada a PUI (EDTA/PUI) apresentou a menor quantidade de smear layer apenas no terço cervical, não sendo eficaz no terço apical e médio.

De acordo com Mozo *et al.* (2014), a PUI eliminou mais resíduos de dentina do que a irrigação convencional em todos os níveis de raiz avaliados. A irrigação ultrassônica, independentemente do instrumento (Irrisafe 20 ou 25 ou K-file), foi mais eficaz na eliminação de detritos e túbulos abertos do que a irrigação convencional, porém, em qualquer grupo, apresentou abertura completa dos túbulos ou a remoção completa dos detritos. Os autores concluíram que a irrigação com seringa convencional, na fase inicial

do preparo, seguida da irrigação final passiva por ultrassom (PUI), com fluxo intermitente e uso de pontas Irrisafe, é eficaz para a limpeza dos canais radiculares.

Já Ahmetoglu *et al.* (2014) verificaram que independentemente do sistema de irrigação usado, o uso de NaOCl sozinho não conseguiu remover a smear layer. Já nos grupos da combinação NaOCl / EDTA, a smear layer foi removida parcial ou totalmente, não havendo diferenças significantes entre o EndoVac, PUI e irrigação manual. Esse estudo demonstrou que, para a remoção do smear layer, deve ser utilizado o EDTA na irrigação final no canal radicular, independente da técnica de irrigação.

A limpeza do terço apical do canal é uma das maiores dificuldades na instrumentação endodôntica. Alguns estudos demonstraram que a remoção da camada de smear layer nessa área apresentou resíduos remanescentes com a utilização de técnicas de irrigação convencionais e ativadas (GU *et al.*, 2009; ZMENER *et al.*, 2009; UROZTORRES *et al.*, 2010). Segundo Blank-Gonçalves *et al.* (2011), o terço apical do sistema de canais radiculares é especialmente difícil de limpar devido à presença de espaços anatômicos complexos, como deltas apicais, istmos estreitos e canais laterais, e a qualidade da limpeza poderia ser elevada utilizando algum mecanismo de agitação. Os autores observaram ainda que, após a instrumentação de molares inferiores, a limpeza do terço apical foi melhorada quando utilizado algum mecanismo de agitação sônico ou ultrassônico, corroborando com os achados de Kuah *et al.* (2009) e Caron *et al.* (2010).

De acordo com Caron *et al.* (2010), a limpeza do canal radicular mostra benefícios com a ativação de soluções, especialmente da ativação sônica e da ativação manual-dinâmica, se comparado à ausência de ativação durante o regime de irrigação final. Observaram também uma maior efetividade na remoção da smear layer quando o irrigante foi ativado, especificamente em canais curvos, concluindo, assim, que houve uma melhor remoção de lama dentinária naqueles em que utilizaram ativação ultrassônica.

No entanto, embora a capacidade da PUI de remover a smear layer tenha sido relatada anteriormente, Saber *et al.* (2011) verificaram que não houve diferença entre a PUI e a irrigação manual passiva. Os autores constataram que não houve diferenças na remoção da smear layer após o uso de diferentes protocolos de ativação de irrigantes (o EndoVac, a PUI e a Agitação Manual Dinâmica - MDA). Concluíram, desse modo, que a ativação final do irrigante com o EndoVac e a MDA resultou em melhor remoção da smear layer quando comparado àquelas usando a PUI ou a irrigação passiva.

A dinâmica usada na irrigação exerce um papel importante sobre os seus resultados e a capacidade de promover o contato da solução irrigadora com os microrganismos, restos de polpa e dentina presentes no canal radicular. Desse modo, uma das formas de potencializar o efeito de soluções irrigadoras é o uso de agitação ultrassônica, tendo em vista que a irrigação convencional apresenta dificuldade em alcançar todas as áreas do SCR, principalmente a região apical, onde é comum haver variações anatômicas. Outra vantagem do emprego dos aparelhos ultrassônicos é o maior volume de solução química usada durante a irrigação-aspiração do canal radicular (LOPES e SIQUEIRA, 2020). Embora não haja um protocolo definido para a quantidade de solução de irrigação, de tempo de trabalho ou de escolha daquela a ser ativada, alguns autores observaram que a remoção da smear layer foi potencializada com a PUI associada ao EDTA 17% + hipoclorito de sódio (NaOCl) (CASTAGNA *et al.*, 2013; KUAH *et al.*, 2009), no entanto, observa-se que a utilização do hipoclorito após o EDTA pode contribuir com a erosão da dentina.

No estudo de Schmidt *et al.* (2015), apesar de não haver diferenças significantes na região apical dos diferentes grupos de irrigantes, o uso da PUI promoveu porcentagens maiores de áreas de túbulos dentinários abertos àquelas apresentadas pelo grupo convencional. Este achado corrobora com os resultados de outros estudos em que se demonstra o uso da PUI promovendo uma melhor remoção da smear layer (CASTAGNA *et al.*, 2013; KUAH *et al.*, 2009).

Virdee *et al.* (2018), num estudo de revisão sistemática e meta-análise, verificaram a eficácia de diferentes técnicas de ativação em irrigantes para a remoção da smear layer. Avaliaram diversos estudos em que a *smear layer* e debris foram removidos da parede do canal, por meio da ativação manual dinâmica (MDA), PUI, ativação sônica e pressão negativa apical (EndoVac). De maneira geral os 16 estudos selecionados avaliaram por terços radiculares (coronário, médio e apical) e constataram que, em comparação com a aplicação manual de irrigante, os métodos de ativação de fato potencializam a remoção da smear layer, apesar de alguns estudos não verificar diferenças estatisticamente significantes entre os métodos propostos (SABER *et al.*, 2011 e CARON *et al.*, 2010).

Recentemente, novos dispositivos acionados a motor (EasyClean e XP-EndoFinisher) foram comparados com a PUI, na remoção da smear layer. Segundo Machado *et al.* (2021), a remoção da smear layer utilizando a irrigação manual com a

agulha NaviTip foi melhor quando comparado aos demais grupos, que, embora tenham apresentado algum bom resultado, não mostraram diferenças significativas entre eles.

A agitação dos irrigantes também pode melhorar as propriedades de vedação da obturação do canal radicular, proporcionando uma melhor interface de vedação entre a obturação e as paredes do canal (YILMAZ *et al.*, 2015). A penetração do selante nos túbulos dentinários é desejável para a obturação de canais radiculares, pois melhora a capacidade de selamento e a retenção mecânica da obturação, havendo uma relação direta entre a penetrabilidade do cimento endodôntico e o sucesso da terapia. Isso se dá porque, uma vez que o cimento endodôntico é escoado para mais túbulos dentinários, ele tem a capacidade de selar as paredes e de obliterar tridimensionalmente, junto com a guta percha, os espaços da polpa radicular e das paredes dentinárias, que antes eram saudáveis, mas que, agora, estão sendo acometidos por biofilme e bactérias, por todo o SCR.

A penetrabilidade do cimento endodôntico mediante a irrigação ultrassônica passiva tem sido estudada por vários autores (MACHADO *et al.*, 2018; GENERALLI *et al.*, 2017; MACHADO *et al.*, 2021; BARBOSA *et al.*, 2018). De acordo com Yilmaz *et al.* (2015), o percentual de penetração do cimento foi significativamente maior nos grupos experimentais do que no grupo controle, indicando que tanto a irrigação com sistemas de ativação quanto a ativação com seringa/agulha foram eficazes na remoção da smear layer. Desse modo, é possível afirmar que a irrigação final e a ativação dos irrigantes proporcionaram maior penetração do selante nos túbulos dentinários quando comparada à irrigação sem irrigação final.

Machado *et al.* (2018) verificaram que a capacidade de penetração do cimento endodôntico entre 5 e 3mm do ápice foram melhores com o sistema Endovac e o Endoactivator do que todos os outros métodos, incluindo a PUI, porém, não havendo diferença significativa entre eles. De maneira semelhante Generalli *et al.* (2017), analisaram a penetrabilidade do cimento comparando a agitação convencional manual (MDA) e PUI com pontas *irrisafe*. Verificaram que a penetrabilidade do cimento sob a ótica da microscopia confocal mostrou que não houve diferença significativa de penetração do cimento, concluindo que houve um melhor preenchimento de cimento, mas não houveram diferenças significantes entre os sistemas testados.

A ativação ultrassônica passiva promoveu uma melhor penetrabilidade do cimento em canais laterais durante a fase obturadora, sendo possível afirmar que o efeito do “*acoustic streaming*”, favorece a difusão do cimento nos túbulos dentinários. No entanto

alguns estudos verificaram que a ativação sônica não melhoram significativamente a penetração do selante quando em comparação com a irrigação convencional (BOLLES *et al.*, 2013; GENERALI *et al.*, 2017; YILMAZ *et al.*, 2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da revisão de literatura, foi analisado que ainda há divergência entre os estudos na comparação da ativação ultrassônica passiva (PUI) das soluções irrigadoras na remoção da smear layer e penetrabilidade do cimento endodôntico quando posto em comparação com o método manual convencional e com outros sistemas disponíveis no mercado. No entanto, a maioria dos estudos verificou que as técnicas de ativação dos irrigantes resultaram em maior remoção da camada de smear layer e debris, bem como, maior penetrabilidade do cimento endodôntico quando comparadas ao método convencional com agulha. Ainda assim, os estudos evidenciaram que devido a heterogenicidade dos dados a comparação se torna difícil, havendo a necessidade de padronizar protocolos experimentais e desenvolvimento de um modelo de pesquisa mais representativo que investigue *in vivo* o impacto das técnicas de ativação dos irrigantes nos resultados clínicos após tratamento dos canais radiculares.

REFERÊNCIAS

AHMETOGLU, F.; KELES, A.; YALCIN, M.; SIMSEK, N. Effectiveness Of Different Irrigation Systems On Smear Layer Removal: A Scanning Electron Microscopic Study. **European Journal of Dentistry**, v. 8, p. 53-57, 2014.

BARBOSA, T.H.M.; SILVA, M.S.; SILVA, D.P.; MOURA, A.C.M.; FERRAZ, M.A.A.L.; FALCÃO, C.A.M. Influence Of The Ultrasonic Activation Of Irrigating Solutions On Sealer Penetration Into Lateral Root Canals. **Revista Gaúcha De Odontologia**, v. 66, p. 117-121, 2018.

BASRANI, B. **Endontic Irrigation**: Chemical disinfection of the root canal system. 1ª ed, Cidade de Nova Iorque: Springer, 2015.

BLANK-GONÇALVES, L.; NABESHIMA, C.; MARTINS, G. H. R.; MACHADO, M. E. Qualitative Analysis of the Removal of the Smear Layer in the Apical Third of Curved Roots: Conventional Irrigation versus Activation Systems. **Journal of Endodontics**, v. 37, p. 1268-1271, 2011.

BOLLES, J.; HE, J.; SVOBODA, K.; SCHNEIDERMAN, E.; GLICKMAN, G. Comparison of Vibringe, EndoActivator, and needle irrigation on sealer penetration in extracted human teeth. **Journal of endodontics**, v. 39, n. 5, p. 708-711, 2013.

CARON, G.; NHAM, K.; BRONNEC, F. MACHTOU, P. Effectiveness of Different Final Irrigant Activation Protocols on Smear Layer Removal in Curved Canals. **Journal of Endodontics**, v. 36, p. 1361 – 1366, 2010.

CASTAGNA, F.; RIZZON, P.; DA ROSA, R.A.; SANTINI, M.F.; BARRETO, M. S.; DUARTE, M. A. H.; SÓ, M. V. R. Effect of Passive Ultrasonic Instrumentation as a Final Irrigation Protocol on Debris and Smear Layer Removal—A SEM Analysis. **Microscopy Research And Technique**, v.76, p. 496–502, 2013.

COHEN, S.; HARGREAVES, K. M. **Caminhos da polpa**. 11ª ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

COHENCA, N. **Disinfection of Root Canal System**: The Treatment of Apical Periodontitis. 1ª ed, Nova Jersey: Wiley-Blackwell, 2014.

GENERALI, L.; CAVANI, F.; SERENA, V.; PETTENATI, C.; RIGHI, E.; BERTOLDI, C. Effect of different irrigation systems on sealer penetration into dentinal tubules. **Journal of Endodontics**, v. 43, p. 652-656, 2017.

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. 11, p. 249-256, 1985.

GU, L. S., KIM, J. R., LING, J., CHOI, K. K., PASHLEY, D. H., & TAY, F. R. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 6, p. 791-804, 2009.

KUAH, H.; LUI J.; , TSENG, P.; N, CHEN. The Effect of EDTA with and without Ultrasonics on Removal of the Smear Layer. **Journal of Endodontics**, v. 35, p. 393-396, 2009.

LEV, R.; READER, A.; MEYERS, W. An in vitro comparison of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique for 1 and 3 minutes. **Journal of Endodontics**, v. 13, n. 11, p. 523-530, 1987.

LOPES, H.P.; SIQUEIRA JÚNIOR, J.F. **Endodontia: biologia e técnica**. 5.ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2020.

MACHADO, R.; CRUZ, A.; ARAÚJO, B.; KLEMZ, A.; KLUG, H.; NETO, U. Tubular dentin sealer penetration after different final irrigation protocols: A confocal laser scanning microscopy study. **Microscopy Research & Technique**, v. 81, p. 649-654, 2018.

MACHADO, R.; SILVA, I.; COMPARIN, D.; DE MATTOS, B.; ALBERTON, L.; NETO, U. Smear layer removal by passive ultrasonic irrigation and 2 new mechanical methods for activation of the chelating solution. **Restorative Dentistry & Endodontics**, v. 46, p. 1-11, 2021.

MANCINI, M.; CERRONI, L.; LORIO, L.; ARMELLIN, E.; CONTE, G.; CIANCONI, L.; M.D. 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. **Journal of Endodontics**, v. 39, p. 1456-1460, 2013.

METZLER, R.; MONTGOMERY, S. The effectiveness of ultrasonics and calcium hydroxide for the debridement of human mandibular molars. **Journal of Endodontics**, v. 15, n. 15, p. 373-378, 1989.

MOZO, S.; LLENA, C.; CHIEFFI, N.; FORNER, LEOPOLDO.; FERRARI, M. Effectiveness of passive ultrasonic irrigation in improving elimination of smear layer and opening dentinal tubules. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 06, p. 47-52, 2014.

SABER, S.; HASHEM, A. Efficacy of Different Final Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal. **Journal of Endodontics**, v. 37, p. 1272-1275, 2011.

SCHMIDT, T.; TEIXEIRA, C.; FELIPPE, M.; FELIPPE, W.; PASHLEY, D.; BORTOLUZZI, E. Effect of Ultrasonic Activation of Irrigants on Smear Layer Removal. **Journal of Endodontics**, v. 41, p. 1359-1363, 2015.

UROZ-TORRES, D.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, M.; FERRER-LUQUE, C. Effectiveness of the EndoActivator system in removing the smear layer after root canal instrumentation. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 2, p. 308-311, 2010.

VIRDEE, S.; SEYMOUR, D.; FARNELL D.; BHAMRA, G.; BHAKTA, S. Efficacy of irrigant activation techniques in removing intracanal smear layer and debris from mature permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. **International endodontic journal**, v. 51, n. 6, p. 605-621, 2018

WELLER, R.; BRADY, J.; BERNIER, W. Efficacy of ultrasonic cleaning. **Journal of Endodontics**. v. 06, n. 09, p. 740-743, 1980.

YILMAZ, A.; YALCIN, T.Y.; HELVACIOGLU YIGIT, D. Effectiveness Of Various Final Irrigation Techniques On Sealer Penetration In Curved Roots: A Confocal Laser Scanning Microscopy Study. **BioMed Research Internacional**, v. 2020, 2020.

ZMENER, O.; PAMEIJER, C.; SERRANO, S.; PALO, R.; IGLESIAS, E. Efficacy of NaviTip FX irrigation needle in removing post instrumentation canal smear layer and debris in curved root canals. **Journal of endodontics**, v. 35, n. 9, p. 1270-1273, 2009.

