



FACULDADE DE
MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

ARTIGO DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

INOVAÇÕES NA IRRIGAÇÃO ENDODÔNTICA: UMA AVALIAÇÃO DOS ÚLTIMOS DESENVOLVIMENTOS

INNOVATIONS IN ENDODONTIC IRRIGATION: AN EVALUATION OF RECENT DEVELOPMENTS

Felipe Ferreira Souza de Sá

Porto, 2023

FMDUP

ARTIGO DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

INOVAÇÕES NA IRRIGAÇÃO ENDODÔNTICA: UMA AVALIAÇÃO DOS ÚLTIMOS DESENVOLVIMENTOS

INNOVATIONS IN ENDODONTIC IRRIGATION: AN EVALUATION OF RECENT DEVELOPMENTS

Autor:

Felipe Ferreira Souza de Sá

202002697

up202002697@fmd.up.pt

felipesaodonto@gmail.com

Orientadora:

Professora Doutora Cláudia Sofia da Cunha Mesquita Rodrigues

crodrigues@fmd.up.pt

Coorientadora:

Professora Doutora Ana Catarina Nogueira Silva

acsilva@fmd.up.pt

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a minha mãe Luiza Sequeira Ferreira e ao meu marido Leonardo Costa. Foram vocês que fizeram esse momento ser possível. Vocês foram meu alicerce nessa jornada e estiveram comigo em cada passo que eu dei desde que cheguei nessa nova terra, me apoiando e segurando na minha mão a cada queda. Me ajudaram levantar inúmeras vezes durante esse percurso e me fortaleceram a cada obstáculo enfrentado. Não tenho palavras para demonstra o quanto os amo.

Ao meu amigo e irmão Idevane Bides Junior, por estar presente ao meu lado, mesmo a um oceano de distância. Você tem um lugar especial no meu coração.

Ao meu Pai Alberto Sá e minha avó Elma Sá por aguentarem o peso da distância e o fardo da ausência física.

Aos meus amigos Ana Maria Sousa, Ana Tereza Alves, Carla Correia, Cátia Paiva, Eriane Rodrigues, Klaryssa Kitamoto, Mariana Marinho, Melany Horta, Perla Velasquez e Tereza Alicia Oliveira por seu companheirismo e por tornar essa caminha mais divertida e prazerosa.

À minha orientadora Professora Dr^a Cláudia Rodrigues pelo conhecimento e apoio, tornando essa tese possível e fortalecendo meu amor pela Endodontia.

A todos os meus colegas de turma aqui não listados, que me acolheram e me ajudaram a chegar até aqui.

A todos meus professores que me guiaram e me transmitiram seus conhecimentos, tornando possível o profissional que sou e serei daqui para frente.

Muito Obrigado a todos!

ABREVIATURAS

(NaOCl) – Hipoclorito de Sódio

(EDTA) – Ácido Etilenodiamino Tetra-acético

(VL) – VaporLock

(ICA) – Irrigação Convencional com Agulha

(ADM) – Agitação Dinâmica Manual

(IPN) – Irrigação por Pressão Negativa

(AS) – Ativação Sónica

(AU) – Ativação Ultrassónica

(IU) – Irrigação Ultrassónica

(IUP) – Irrigação Ultrassónica Passiva

(GW) – GentleWave

(IAL) – Irrigação Ativada a Laser

(TFIF) – Transmissão Fotoacústica Induzida por Fotões

(TFAOC) – Transmissão Fotoacústica Aprimorado por Ondas de Choque

(Nd:YAG) – Neodímio em Ítrio-Alumínio-Granada

(Nd:YAP) – Neodímio em Ítrio-Alumínio-Perovskita

(Er:YAG) – Érbio em Ítrio-Alumínio-Granada

(Er:Cr:YSGG) – Érbio-Cromo em Ítrio-Escândio-Gálio Granada

ÍNDICE

RESUMO.....	10
ABSTRACT	12
I – INTRODUÇÃO E OBJETIVO	14
II – MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
1. Estratégias de Pesquisa	16
2. Critérios de Inclusão e Exclusão	16
3. Análise de Resultados.....	17
III – DESENVOLVIMENTO.....	18
1. Tipos de Irrigação ou Ativação Manual	20
1.1. Irrigação Convencional com Agulha (ICA)	20
1.2. Agitação Dinâmica Manual (ADM)	21
1.3. Micro Escovas Endodônticas Manuais	22
2. Tipos de Irrigação ou Ativação por Sistemas	23
2.1. Micro Escovas Endodônticas Rotatórias.....	23
2.2. Irrigação por Pressão Negativa (IPN)	24
2.3. Ativação Sônica (AS)	25
2.4. Ativação Ultrassônica (AU)	27
2.5. Ativação Multissônica	29
2.6. Ativação por Limas Rotativas.....	31
2.7. Ativação a Laser	32
IV – DISCUSSÃO	35
1. Comparação entre as técnicas de irrigação ativadas e irrigação convencional por agulha na remoção de detritos e smear layer	35
2. Comparação entre as técnicas de irrigação ativadas e irrigação convencional por agulha em relação à dor pós-operatória	35
3. Comparação entre as técnicas de irrigação ativadas e irrigação convencional por agulha na desinfecção.....	36
V – CONCLUSÃO	38
VI – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
ANEXOS	42
DECLARAÇÃO	43

DECLARAÇÃO DE AUTORIA E ORIGINALIDADE	44
PARECER DA ORIENTADORA	45
PARECER DA COORIENTADORA	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – VaporLock ⁽²⁴⁾	14
Figura 2 – Tipos de Irrigação Endodôntica.....	15
Figura 3 - Limitação da técnica de irrigação com agulha ⁽²⁵⁾	20
Figura 4 - Tipos de agulhas endodônticas ⁽²⁴⁾	21
Figura 5- Agitação dinâmica manual com gutta percha com 2 mm de amplitude de movimento ⁽⁵⁰⁾	22
Figura 6 - Micro Escova Endodôntica Manual NaviTip FX ⁽²⁴⁾	23
Figura 7 - Micro escova Canal Brush ⁽⁴⁹⁾	23
Figura 8 - (A) Sistema Endovac; (B) Macro cânula; (C) Micro cânula; (D) Ponta Principal ⁽⁵¹⁾	25
Figura 9 - (A) Ponta Sônica Endoactivator® (B) Ponta Sônica em ação ⁽⁴⁷⁾	26
Figura 10 - Sistema Vibringe ⁽⁴⁸⁾	26
Figura 11 - Atuação da ponta ultrassônica ⁽⁴⁷⁾	28
Figura 12- Mecanismo de atuação do sistema GentleWave ⁽³⁷⁾	30
Figura 13 - Plataforma oclusal para funcionamento do sistema GentleWave ⁽³⁸⁾	30
Figura 14 - Lima XP-Endo Finisher em sua fase M e A ⁽⁴⁶⁾	Erro! Indicador não definido.
Figura 15 - Esquema ilustrativo sobre da transmissão fotoacústica induzida por fótons ⁽⁴⁸⁾	32

ÍNDICE DE TABELA

Tabela 1 - Estratégias de busca usadas nos bancos de dados eletrônico (PubMed (MEDLINE), Web of Science, Scopus e ScienceDirect)	16
--	----

RESUMO

Introdução: A irrigação desempenha um papel importante na desinfecção do canal radicular. O método convencional tem limitações de acesso e formação de bolhas de ar. Técnicas de ativação foram desenvolvidas para melhorar a eficácia da irrigação.

Objetivo: O estudo tem como objetivo descrever as principais técnicas de irrigação na área da endodontia e realizar uma avaliação crítica dos métodos mais recentes.

Materiais e métodos: A pesquisa foi elaborada nas bases de dados “Pubmed”, “Web of Science”, “Scopus” e “ScienceDirect”, usando literatura recente, totalizando 45 artigos selecionado.

Desenvolvimento: A irrigação convencional utiliza agulhas de diferentes formas e diâmetros para aplicar o irrigante no canal, variando seu alcance e eficácia de acordo com essas características. A agitação dinâmica manual consiste no uso de movimentos de empurrar e puxar para ativar o irrigante. Escovas manuais são utilizadas para agitar o irrigante e desbridar as paredes do canal ao mesmo tempo. Escovas mecânicas rotatórias são eficazes para remover detritos no canal radicular, porém não alcançam regiões apicais. A irrigação com pressão negativa, melhora o acesso do irrigante ao terço apical, resultando em melhor limpeza e desinfecção. Dispositivos de irrigação sônica promovem agitação do irrigante no canal, melhorando a limpeza e desinfecção. A ativação ultrassônica utiliza energia para agitar irrigantes, promovendo desbridamento químico e cavitação acústica. As limas rotatórias XP-Endo Finisher® melhoram a limpeza do canal radicular, respeitando sua anatomia. O Sistema GentleWave® utiliza tecnologia multissônica para dissolver tecidos e eliminar microrganismos. A ativação a laser é uma técnica que utiliza luz pulsada para promover cavitação e fluxo acústico de irrigantes, visando desinfecção.

Discussão: Técnicas de irrigação ativada, como ultrassônica e a laser, mostraram maior eficácia na remoção de detritos e smear layer do que a irrigação convencional por agulha, mas há falta de padronização e estudos clínicos de longo prazo. Sistemas a laser podem reduzir a dor pós-operatória em tratamentos de canal radicular, mas estudos mostram

resultados contraditórios. Técnicas de irrigação ativadas, como o laser Er:YAG, podem ser promissoras para desinfecção do canal radicular. Porém, são necessárias mais pesquisas para melhor avaliar sua eficácia devido à heterogeneidade nos estudos.

Conclusão: Foi demonstrado vantagens significativas na irrigação ativadas na remoção de resíduos, diminuição da dor e desinfecção. Porém, são necessários estudos padronizados para comparar e destacar uma técnica como padrão ouro. A irrigação convencional com agulha ainda é amplamente utilizada devido ao baixo custo e facilidade de uso.

Palavras-chave: irrigação endodôntica convencional; agitação dinâmica manual; irrigação sônica; irrigação ultrassônica; irrigação multissônica; irrigação por pressão negativa; ativação por limas rotatórias; irrigação ativada por laser;

ABSTRACT

Introduction: Irrigation plays an important role in root canal disinfection. The conventional method has limitations in access and air bubble formation. Activation techniques have been developed to improve irrigation effectiveness.

Objective: The study aims to describe the main irrigation techniques in endodontics and critically evaluate the latest methods.

Materials and methods: The research was conducted using recent literature from "PubMed," "Web of Science," "Scopus," and "ScienceDirect," resulting in a total of 45 selected articles.

Development: Conventional irrigation uses needles of different shapes and diameters to deliver the irrigant into the canal, varying their reach and effectiveness accordingly. Manual dynamic agitation involves push-pull movements to activate the irrigant. Manual brushes are used to agitate the irrigant and debride the canal walls simultaneously. Rotary mechanical brushes effectively remove debris from the root canal but may not reach apical regions. Negative pressure irrigation improves irrigant access to the apical third, resulting in better cleaning and disinfection. Sonic irrigation devices promote agitation of the irrigant in the canal, enhancing cleaning and disinfection. Ultrasonic activation uses energy to agitate irrigants, facilitating chemical debridement and acoustic cavitation. XP-Endo Finisher® rotary files improve root canal cleaning while respecting its anatomy. The GentleWave® system utilizes multi-frequency technology to dissolve tissue and eliminate microorganisms. Laser activation is a technique that employs pulsed light to induce cavitation and acoustic streaming of irrigants for disinfection purposes.

Discussion: Activated irrigation techniques, such as ultrasonic and laser irrigation, have shown greater efficacy in debris and smear layer removal compared to conventional needle irrigation, but standardization and long-term clinical studies are lacking. Laser systems may reduce postoperative pain in root canal treatments, but studies show contradictory results. Activated irrigation techniques, such as Er:YAG laser, may hold

promise for root canal disinfection. However, further research is needed to better assess their effectiveness due to study heterogeneity.

Conclusion: Significant advantages have been demonstrated for activated irrigation in terms of debris removal, pain reduction, and disinfection. However, standardized studies are needed to compare and establish a gold standard technique. Needle irrigation is still widely used due to its low cost and ease of use.

Keywords: conventional endodontic irrigation; dynamic activation method; sonic irrigation; ultrasonic irrigation; multisonic irrigation; negative pressure irrigation; rotary file activation; laser-activated irrigation.

I – INTRODUÇÃO E OBJETIVO

Na endodontia, a irrigação exerce um papel determinante na desinfecção do canal radicular, uma vez que auxilia no processo de instrumentação, através da lubrificação, remoção de tecidos, microrganismos e smear layer⁽¹⁾. A sua aplicação evita o depósito de partículas na região apical do canal, o que pode obstruir a entrada dos irrigantes e resultar em microinfiltração bacteriana após a obturação, prejudicando a efetividade do procedimento^(2, 3). Para isso, dois fatores são fundamentais: a penetração do irrigante em todas as extensões do canal radicular e a capacidade de penetrar em áreas que são inacessíveis aos instrumentos endodônticos⁽⁴⁾.

O método atualmente mais conhecido para a irrigação é o tipo convencional, com o uso de um sistema composto por agulha irrigadora, de extremidade frontal ou lateral, acoplada a uma seringa, o qual dispensa o líquido irrigante através de pressão positiva^(1, 2, 4).

No entanto, este método é extremamente limitado para a limpeza de áreas com maior dificuldade de acesso, devido à falta de flexibilidade e grande espessura das agulhas⁽⁵⁾. Os métodos convencionais de irrigação com agulha (ICA) levam o irrigante apenas 1 a 2 mm além da sua ponta, favorecendo a atividade microbiana pós-tratamento dentro de zonas de difícil acesso dos canais radiculares, como fendas, canais laterais, acessórios, istmos e anastomoses^(2, 4).

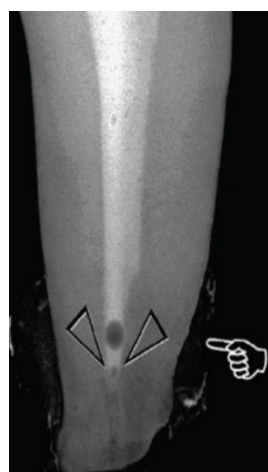


Figura 1 – formação do VL⁽²⁴⁾

Outro fator limitante desse método é a formação de bolhas de ar ou “VaporLock” (VL), quando injetamos o irrigante nos canais^(6, 7). Esse fenômeno é resultado de efeitos físico-químicos dos fluidos utilizados, como a tensão superficial, a capilaridade e a reação entre compostos orgânicos durante sua entrega por pressão positiva^(8, 9). Essas partículas de gases, ficam aprisionadas em áreas de complexidade anatômica bloqueando o fluxo hídrico e impedindo a ação, troca e difusão das substâncias irrigantes; comprometendo a eficácia na remoção de detritos no terço apical^(2, 10, 11).

Dessa forma, para melhorar a eficácia dos irrigantes na limpeza e a remoção completa de microrganismos, são utilizados dispositivos de ativação e agitação dos compostos químicos, uma vez que a ICA

depende puramente da pressão positiva gerada e da viscosidade do líquido para fluir no sistema do canal radicular^(12, 13).

Foram, então, desenvolvidas ao longo dos anos, técnicas que ultrapassassem essa limitação, como a agitação dinâmica manual (ADM), as micro escovas endodônticas manuais e rotatórias; a irrigação por pressão negativa (IPN), a ativação sônica (AS), ultrassônica (AU) e multissônica; ativação por limas rotatórias e as técnicas de ativação a Laser (AL) ^(1, 14).

O estudo atual tem como objetivo descrever as principais técnicas de irrigação na área da endodontia, bem como realizar uma avaliação crítica dos métodos mais recentes.

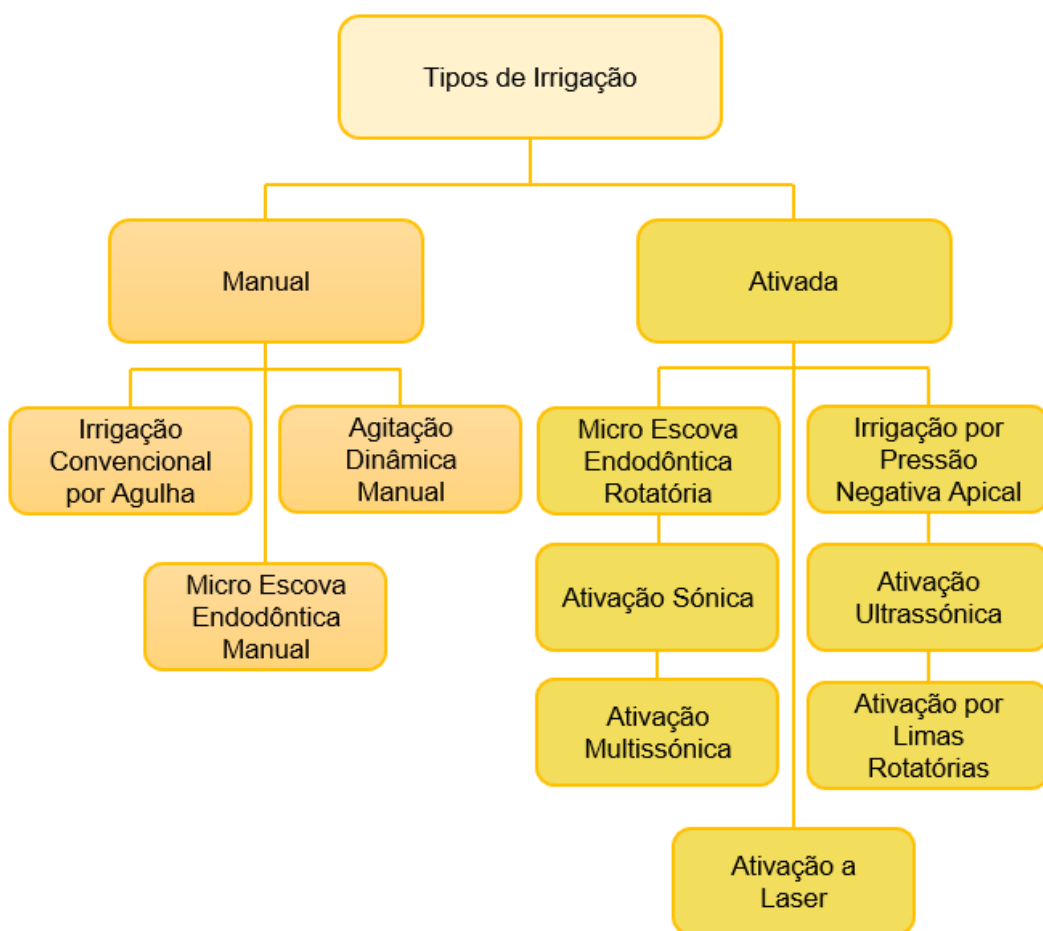


Figura 2 – Tipos de Irrigação Endodôntica

II – MATERIAIS E MÉTODOS

1. Estratégias de Pesquisa

Foram elaboradas buscas nas bases de dados científicos, nomeadamente, “Pubmed”, “Web of Science”, “Scopus” e “ScienceDirect” utilizando como estratégia os termos descritos a seguir na tabela 1.

Tabela 1 - Estratégias de busca usadas nos bancos de dados eletrônico (PubMed (MEDLINE), Web of Science, Scopus e ScienceDirect)

<i>Termos de Busca</i>
<i>PubMed (MEDLINE), Web of Science e Scopus</i> (irrigation OR "conventional syringe irrigation" OR "manual dynamic agitation" OR "Conventional Irrigation" OR "non-activated irrigation") AND ("Activated Irrigation" OR "sonic irrigation" OR "passive ultrasonic irrigation" OR "Er:YAG laser" OR "Erbium: Yttrium Aluminum Garnet laser" OR "laser activated irrigation" OR "PIPS" OR "Photon Induced Photoacoustic Streaming" OR "photon initiated photoacoustic streaming" OR "Shock wave-enhanced emission photoacoustic streaming" OR SWEEPS) AND ("Endodontic irrigation" OR endodontics)
<i>ScienceDirect</i> (conventional syringe irrigation OR "Conventional Irrigation" OR "non-activated irrigation") AND ("Activated Irrigation" OR "passive ultrasonic irrigation" OR "Er:YAG laser" OR "laser activated irrigation") AND ("Endodontic irrigation" OR "endodontics")

Foi utilizado o software EndNote X9 para Excluir duplicações e para alguns critérios primários de inclusão e exclusão de artigos através dos títulos.

2. Critérios de Inclusão e Exclusão

A análise de seleção dos artigos foi elaborada com os seguintes parâmetros de inclusão: Estudos publicados em Inglês, Português e Espanhol; Ensaio clínico que comparassem a irrigação convencional com irrigação ativada, podendo essas serem manuais, por micro escovas, sônicas, ultrassônicas, multissônica, por limas rotatórias ou a Laser; Estudos *in vivo* e *in vitro* que demonstrassem essa diferença; e os resultados da busca com aplicação de filtro para 10 anos, a fim de limitar apenas os artigos mais recentes.

Como critério de exclusão, em primeiro lugar, foi utilizado um software (EndNote X9) para procurar dentro da biblioteca de artigos selecionados termos como “filling

material”, “calcium hidroxide” e “gutta percha” nos títulos e resumos, sendo esses excluídos sem leitura.

Excluíram-se os artigos que não estivessem na língua previamente definida, que analisassem retratamento endodôntico, que usassem outro tipo de irrigante para além de hipoclorito de sódio (NaOCl), ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) ou Soro; que não fossem gratuitos ou que não comparassem sistemas de irrigação ativada com sistema de irrigação convencional.

3. Análise de Resultados

A pesquisa eletrônica dos artigos foi realizada nas bases de dados PubMed (MEDLINE), Web of Science, Scopus e Science Direct. As palavras chaves de busca estão descritas na Tabela 1 e a pesquisa foi elaborada entre os meses de fevereiro e março de 2023. Foram encontrados 18 resultados na plataforma Pubmed, 13 resultados na Web of Science, 41 resultados na Scopus e 47 resultados na ScienceDirect; totalizando 131 resultados, os quais foram transferidos para o EndNote X9 e removidos os duplicados. A seguinte fase foi analisar os artigos segundo os critérios de inclusão e exclusão descritos acima, além da análise direta do “abstract”, de acordo com a relevância para o tema. No final restaram 45 artigos.

III – DESENVOLVIMENTO

Uma das preocupações dos pacientes submetidos a tratamento endodôntico é a possibilidade de surgir dor pós-operatória, a qual pode ser desencadeada por uma variedade de fatores relacionados com o tratamento, incluindo a extrusão de tecido pulpar infetado, de resíduos de tecido dentinário duro, da solução de irrigação, bem como outros fatores mecânicos provenientes do processo de instrumentação^(15, 16). Durante esse processo, aproximadamente 60% da área interna do canal radicular permanece inalterada, independentemente da configuração dos instrumentos ou do método utilizado, o que demonstra a importância da irrigação para evitar uma reinfecção dos canais⁽¹⁷⁾.

Essa falta de instrumentação pode resultar em inflamação periapical, complicação comum da infecção endodôntica, que é principalmente causada pela presença de bactérias persistentes no sistema de canais radiculares⁽²⁾. Ainda que não haja atividade bacteriana, a matriz extracelular gerada durante a maturação do biofilme pode desencadear uma resposta inflamatória crônica, o que demonstra que as táticas aplicadas em endodontia devem visar a desorganização desse complexo matriz-biofilme⁽⁹⁾. A incapacidade em eliminar essas bactérias e substâncias patogênicas pode elevar a taxa de insucesso do tratamento em até 49%, sendo a irrigação, peça chave para a solução desse problema.^(8, 11)

Os efeitos dos agentes de irrigação são alcançados por meio de diversos mecanismos, incluindo ação mecânica, química e biológica^(1, 15). A ação mecânica resulta da pressão hidrodinâmica gerada pelos irrigantes no interior do canal, o que permite a remoção de detritos e microrganismos aderidos. A ação química é promovida pelos componentes ativos dos irrigantes, que apresentam atividade solvente para a dissolução de detritos orgânicos e inorgânicos⁽¹⁾. Já a ação biológica refere-se ao potencial antimicrobiano desses agentes, que contribuem para a inativação ou eliminação de microrganismos e endotoxinas presentes no sistema radicular^(2, 8). Adicionalmente, é importante que esses químicos possuam propriedades biocompatíveis, estejam amplamente disponíveis no mercado, sejam facilmente manipuláveis e não causem alteração da cor do dente⁽⁵⁾.

Devido às suas propriedades antibacterianas e de dissolução de tecidos orgânicos, o NaOCl, em concentração de 2,5% a 5,25%, mostrou-se altamente eficaz

como irrigante endodôntico^(10, 18). No entanto, a limpeza e desinfecção completas do canal radicular, especialmente no terço apical, podem não ser atingidas se apenas utilizarmos a irrigação convencional⁽²⁾.

Aumentar a pressão irrigatória no interior do canal radicular pode intensificar a eficácia da remoção de detritos, no entanto, há um aumento do risco de extrusão do irrigante para região apical, o que pode resultar em consequências graves, como a ocorrência do "acidente com NaOCl"^(5, 14).

Apesar da sua eficácia como um agente irrigante, o NaOCl não consegue dissolver detritos inorgânicos e eliminar a smear layer nas paredes do canal, formados durante a instrumentação⁽¹³⁾. Por isso, é recomendado o uso de soluções quelantes, como EDTA (17%) ou ácido cítrico, após a instrumentação, pois esses agentes desmineralizantes permitem a abertura dos túbulos dentinários que são sepultados pela smear layer, gerando, assim, uma limpeza mais completa e uma interação mais íntima entre os materiais de obturação e as paredes do canal radicular^(6, 13, 19).

Com o intuito de suprir essas limitações do acesso hídrico ao ápice e regiões de complexidade anatômica, foram desenvolvidas técnicas que agitassem ou ativassem os fluidos dentro do canal^(18, 20). Essas técnicas podem ser separadas em manuais ou ativadas por sistemas, nomeadamente, método de ativação manual, método de ativação com micro escovas manuais e ativação com micro escovas rotatórias, irrigação por pressão negativa, ativação sônica, ativação ultrassônica, ativação multissônica, agitação por limas rotativas e ativação a Laser.

1. Tipos de Irrigação ou Ativação Manual

1.1. Irrigação Convencional com Agulha (ICA)

A ICA é uma técnica amplamente aceita na endodontia, que faz uso de agulhas com calibres variados, permitindo o contato direto entre o soluto e os microrganismos nas áreas onde sua ponta chega, podendo ser introduzida de forma passiva ou ativa, através de agitação vertical. A profundidade de penetração da agulha e o volume de irrigante podem ser facilmente controlados nessa técnica, enquanto que a taxa de fluxo hídrico durante a irrigação é difícil de ser controlado e padronizado^(21, 22).

É considerada uma técnica importante devido à sua eficiência comprovada e ampla disponibilidade, sendo atualmente o método mais comumente utilizado. Também é conhecida como técnica de irrigação de pressão positiva, pois utiliza a força formada dentro da seringa devido à pressão do êmbolo para colocar o produto no interior do canal⁽²³⁾.

Existem vários tipos de agulhas disponíveis no mercado, com diferentes diâmetros, aberturas e flexibilidade, de forma a facilitar o ato da irrigação, especialmente em canais curvos. Além disso, existem duas categorias de designs de abertura da agulha: a de ponta aberta, que provê um fluxo frontal do irrigante; e a de ponta fechada, que fornece fluxo lateral do irrigante através de um ou mais lados^(5, 24).

Nas agulhas de abertura frontal, em canais preparados até a lima d e calibre 30, o irrigante consegue atingir mais de 1 mm além da ponta e deve ser colocado livremente de 2 a 3 mm aquém do comprimento de trabalho, a fim de evitar extrusão. As agulhas com dispersão lateral são consideradas menos eficazes, quando comparadas com as de fluxo frontal, em termos de alcance do irrigante, porém, apresenta a vantagem do decréscimo em relação ao risco de acidentes com NaOCl⁽²⁵⁾.



Figura 3 - Limitação da técnica de ICA⁽²⁵⁾

O diâmetro da agulha utilizada é um fator importante para garantir a completa irrigação do canal radicular. Agulhas de diâmetros menores, variando entre calibre 27 e calibre 31, são clinicamente mais

recomendadas, sendo o calibre 30 comumente utilizado como tamanho padrão, o qual corresponde ao tamanho da lima de instrumentação 35. Quanto menor o diâmetro da agulha, maior será a necessidade de exercer pressão sobre o êmbolo da seringa para garantir um fluxo adequado do irrigante, resultando em uma maior força de ejeção e menor volume de solução no canal. Portanto, a eficácia da ICA depende de alguns fatores como: a ponta e o diâmetro da agulha; a proximidade com o ápice do canal, o fornecimento do irrigante de forma lenta e constante; e da agitação da solução⁽²⁴⁾.

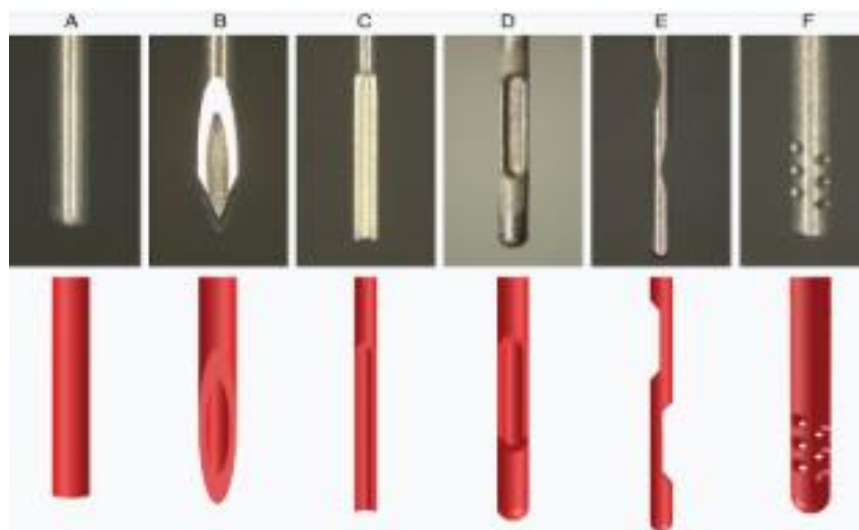


Figura 4 - Tipos de agulhas endodônticas⁽²⁴⁾

1.2. Agitação Dinâmica Manual (ADM)

O ADM é uma técnica simples, rápida e econômica que consiste na inserção repetida de um cone principal de guta-percha, agulha de irrigação ou limas endodônticas, ajustados a 1 mm aquém do comprimento de trabalho, com movimentos curtos e longitudinais, de empurrar e puxar, deslocando-se 2 a 3 mm em sentido ápico-coronal^(5, 6, 15, 23).

Esse método gera pressões hidrodinâmicas que movem o irrigante, detritos e bolhas de vapor, promovendo uma limpeza mais efetiva do canal. Além disso, estudos mostraram que a agitação do irrigante por meio da ativação manual, sônica ou ultrassônica, aumenta a velocidade de dissolução do tecido pelo NaOCl em até 10 vezes quando comparado com a irrigação convencional passiva⁽⁵⁾. O cone de guta percha é um dos instrumentos mais utilizados para ativar manualmente o irrigante, sendo necessário proporcionar pelo menos 100 movimentações por minuto, melhorando, desta forma, a remoção dos detritos, a limpeza do canal e a ação bactericida dos irrigantes⁽¹⁾.

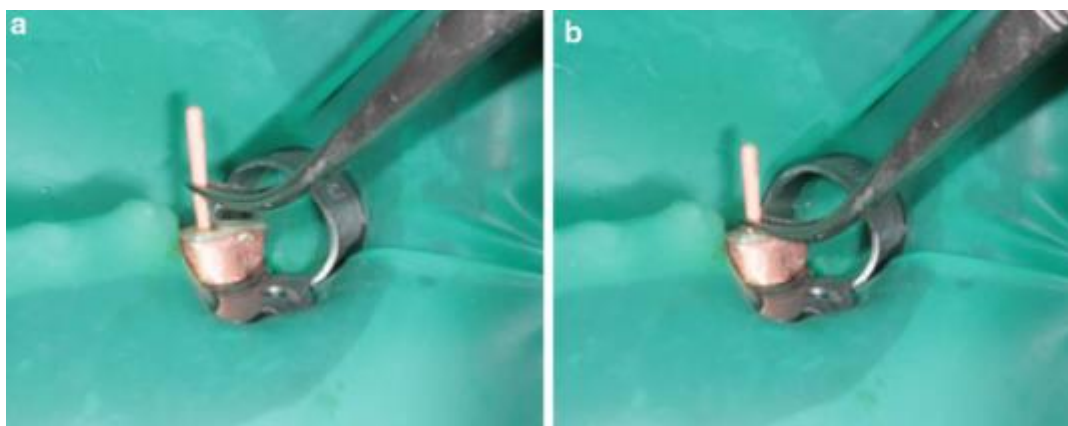


Figura 5- Agitação dinâmica manual com gutta percha com 2 mm de amplitude de movimento⁽⁵⁰⁾

Apesar de se constatar que a técnica possui atividade antimicrobiana, capacidade de penetração nos canais radiculares e efeitos adequados na remoção da smear layer, também foi relatado que a sua utilização pode levar a um aumento da dor pós-operatória⁽¹⁵⁾. Adicionalmente, o uso de limas ou gutta-percha durante a ADM pode influenciar na formação de bolhas de ar na região apical. Enquanto a inserção manual da lima K pode eliminar a bolha de ar, a remoção tende a aprisionar mais ar, devido a fragmentação, e dificultar a remoção de detritos nas regiões apicais⁽²³⁾. Por outro lado, a utilização de gutta-percha no ADM pode reduzir o volume de gás em até 100%, quando um cone do mesmo diâmetro e dimensão do canal moldado é usado para empurrar o líquido, não havendo fragmentação da bolha, sendo essa uma concordância na literatura⁽⁶⁾.

1.3. Micro Escovas Endodônticas Manuais

As micro escovas foram introduzidas para agitar o irrigante e desbridar as paredes do canal. Algumas delas também incluíam envolvimento indireto na entrega do irrigante⁽²⁴⁾. No entanto, o uso dessas escovas mostrou um efeito de limpeza insignificante no terço apical e médio. Esse resultado pode ser melhorado se um movimento de vai-vém for usado durante a irrigação, mas isso pode levar ao deslocamento e perda das cerdas dentro do canal ^(5, 24).

As escovas são usadas de maneira semelhante à ADM descrita acima para agitar a solução irrigante. A NaviTip FX (Ultradent Product, South Jordan) é um exemplo de agulha de irrigação, com calibre 30, coberta com cerdas a qual ejeta líquido irrigante ao

mesmo tempo que desbrida o canal⁽⁵⁾. O Canal Brush (Coltène Whaledent, Alemanha) demonstrou ter um desbridamento significativamente melhor das paredes do canal radicular em comparação com o ADM, mesmo quando usada de forma manual⁽⁹⁾.

Por falta de estudos recentes e relevantes, este método de irrigação ativada não tem grande destaque na literatura atual.



Figura 6 - Micro Escova Endodôntica Manual NaviTip FX⁽²⁴⁾

2. Tipos de Irrigação ou Ativação por Sistemas

2.1. Micro Escovas Endodônticas Rotatórias

Posteriormente às micro escovas manuais, foi desenvolvida uma versão mecânica altamente flexível que pode ser utilizada com acionamento rotativo quando acoplada ao contra ângulo. A escovagem ativa foi introduzida na década de 1990, conhecida como Endobrush pela C&S Micro instruments Ltd ⁽⁵⁾.



Figura 7 - Micro escova Canal Brush⁽⁴⁹⁾

Estudos demonstraram que a escova é mais eficaz quando utilizada a uma velocidade compreendida entre 300 a 600 rotações por minuto e quando combinada com irrigante, possibilitando a

remoção efetiva de detritos em extensões e irregularidades do canal, *in vitro*^(5, 24). Verificou-se que este tipo de escova é capaz de alcançar áreas inacessíveis no canal radicular e proporciona uma remoção superior de tecido, detritos e smear layer quando comparada a irrigação convencional. Contudo, destaca-se que o tamanho relativo da

escova limita o alcance até o comprimento total de trabalho e pode resultar na compactação de detritos, principalmente na região apical do canal radicular⁽⁵⁾.

A micro escova desenvolvida por Ruddle (Ruddle Brush), teoricamente, ajuda a remover detritos de forma mecânica por meio de seu contato íntimo com as irregularidades do canal, porém não foi comercializada desde que sua patente teve aprovação em 2001. A escova Canal Brush desenvolvida pela empresa Coltene é equipada com cerdas menores para alcançar as curvaturas e tem a capacidade de limpar o canal mesmo antes da total instrumentação⁽¹⁾. Possui uma grande flexibilidade devido à sua composição integral em polipropileno, possibilitando o uso de forma manual ou ativada mecanicamente⁽²⁴⁾.

2.2. Irrigação por Pressão Negativa (IPN)

A IPN é usada para melhorar o acesso da solução irrigadora aos terços apicais. Esta técnica consiste na aplicação de uma solução na câmara pulpar enquanto, no canal radicular, é colocada uma agulha muito fina, conectada ao dispositivo de sucção equipamento⁽²²⁾. Isso permite que volumes potencialmente grandes de irrigante alcancem a região apical, havendo um melhor desbridamento do canal radicular nessa zona. Em parte, isso ocorre pelo potencial de deslocamento do VL, além de reduzir o risco de acidente com NaOCl ⁽²⁶⁾.

Graças à pressão do líquido na cavidade de acesso, o excesso da solução é deslocado no sentido corono-apical e eliminado pelo dispositivo de sucção inserido no comprimento de trabalho, o que proporciona melhor limpeza, desinfecção e menor extrusão apical quando comparada à irrigação com seringa. Esse sistema é comercializado com o nome de EndoVac®^(2, 22, 26). Ele é composto por três elementos: uma ponta principal, uma macrocânula e uma microcânula que é posicionada a 0,2 milímetros do ápice para melhorar a entrega do irrigante na porção apical⁽⁵⁾.

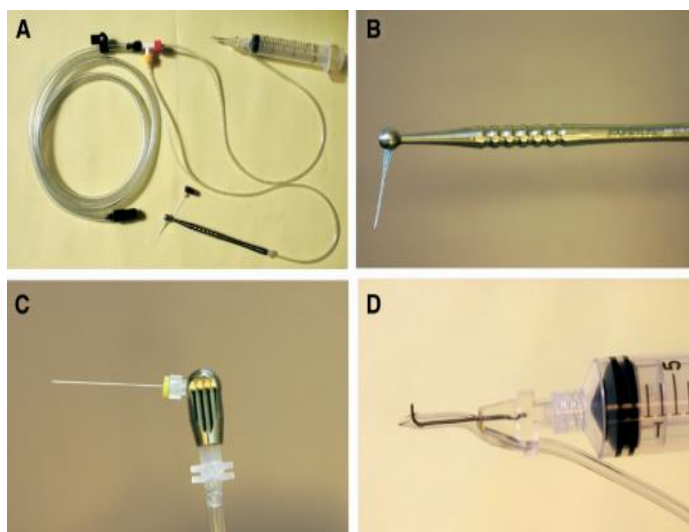


Figura 8 - (A) Sistema Endovac; (B) Macrocânula; (C) Microcânula; (D) Ponta Principal⁽⁵¹⁾

A ponta principal fornece irrigante para a câmara pulpar e succiona o excesso para evitar o extravasamento e formar um fluxo rotativo no terço coronal, além de entregar o químico para os canais radiculares. A macrocânula é feita de polipropileno flexível com uma extremidade aberta de 0,55 mm de diâmetro externo, 0,35 mm de interno e conicidade de 0,02 mm, usada para aspirar o irrigante na região do terço

médio do canal, proporcionando um fluxo em sentido ápico-coronal na raiz. A microcânula é confeccionada de aço inoxidável, com a extremidade fechada e com 12 furos dispostos lateralmente, 1 mm acima do ápice da cânula, cada um com 0,1mm de diâmetro^(1, 26). Além disso, possui diâmetro externo de 0,32 mm, podendo apenas ser usada em canais instrumentados até a lima ISO 35 ou maior. Deve ser levada até o limite do comprimento de trabalho para aspirar os detritos associados ao irrigante e gerar um fluxo em sentido corono-apical⁽¹⁾.

No entanto, a técnica de IPN apresenta limitações quando aplicada clinicamente, nomeadamente a necessidade de extensa preparação apical até a lima ISO 35 para possibilitar a introdução da cânula, perdendo aplicabilidade em canais curvos; a obstrução da cânula por detritos e a necessidade de uma grande abertura coronal para a correta introdução do sistema^(1, 5).

2.3. Ativação Sônica (AS)

Os dispositivos de AS, como o Endoactivator® (Dentsply) ou EDDY® (VDW), produzem um fenômeno hidrodinâmico por meio da oscilação de pontas formadas de polímero liso e altamente flexíveis em frequências de 1.000 a 6.000 Hz, gerando fluxo e tensões de cisalhamento dentro do fluido^(2, 9). Na tentativa de aumentar o efeito dos irrigantes, fornecer uma superfície livre de biofilme e tornar o tratamento endodôntico mais previsível, técnicas sônicas, com frequências menores que 20.000 Hz, foram criadas^(5, 23).

O EndoActivator é um sistema de estimulação sonora para agitação do líquido irrigante, fabricado pela Dentsply, composto por um aparelho ativador e uma variedade de pontas que não cortam a dentina, com um código de cores para representar o calibre e conicidade (amarela 15/02, vermelha 25/04 e azul 35/04)^(27, 28).

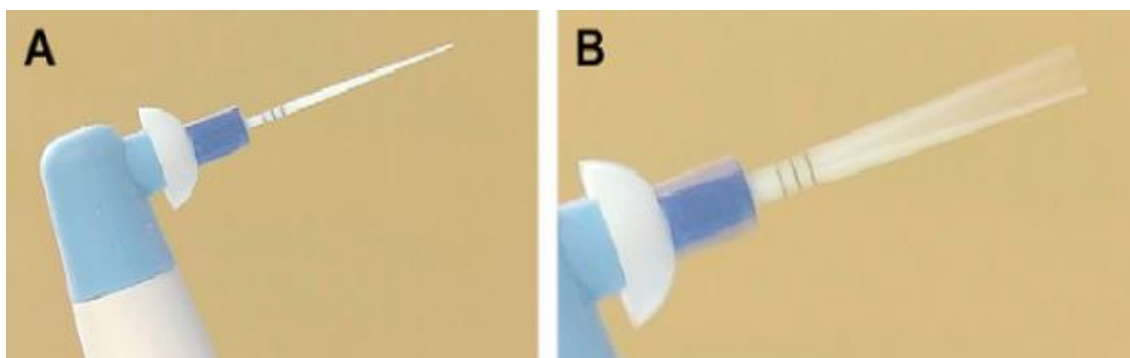


Figura 9 - (A) Ponta Sônica Endoactivator® (B) Ponta Sônica em ação⁽⁴⁷⁾

Este sistema é recomendado para melhorar a ação dos irrigantes durante a preparação dos canais radiculares utilizando ICA para colocar o irrigante no canal⁽²¹⁾. As pontas, devem ser colocadas passivamente no canal radicular, são ativadas por um manipulador alimentado por bateria, a uma velocidade de 10.000 ciclos por minuto, por 30 a 60 segundos. O EndoActivator foi demonstrado como um método seguro para promover a agitação da irrigação em comparação com a ativação manual⁽²⁷⁾.

O EDDY, da empresa alemã VDW, é um sistema de ativação de irrigação sônica. Ele tem uma ponta flexível de poliamida de calibre e conicidade 25/04, alimentada a uma frequência de 6.000 Hz. Além de ter eficácia de desinfecção similar à da IUP, o movimento tridimensional do dispositivo induz a cavitação e o fluxo acústico^(10, 29, 30). Essas oscilações criam turbulências na solução desinfetante circundante, supostamente resultando na remoção dos detritos de tecido duro e disrupção do biofilme intracanal^(10, 31).

O sistema Vibringe®, da empresa holandesa BV Corp, é um dispositivo relativamente novo no mercado que combina a entrega manual com a ativação sônica da solução de escolha^(14, 32). É uma peça de mão sem fio que se encaixa numa seringa descartável especialmente projetada e compatível com todas as agulhas de irrigação,



Figura 10 - Sistema Vibringe⁽⁴⁸⁾

fornecendo o irrigante continuamente de maneira pulsante diretamente no canal radicular, fazendo até 9.000 ciclos por minuto⁽²⁴⁾. Utiliza a tecnologia de fluxo sônico em

conjunção com a transmissão acústica, porém não existe sólida evidência sobre sua eficácia^(24, 32).

A ponta ativada pelo sistema sônico é mais eficaz na eliminação do VL, quando comparada à ponta ultrassônica. Isso ocorre, pois na irrigação ultrassônica, a ponta flexível forma um movimento ondulatório dentro do canal repleta de vários nós e antinós, ou seja, a frequência de onda é maior, o que torna sua amplitude menor devido ao impacto na parede do canal. Já na AS, existe apenas um único nó e antinodo próximo ao extremo da ponta flexível, mantendo o movimento ondulatório inalterado durante todo o percurso ao ápice, uma vez que não há contato lateral com as paredes do canal radicular⁽²³⁾.

Muitos estudos não encontraram qualquer vantagem do Endoactivator na limpeza dos principais canais radiculares, istmos e cristas em relação à irrigação por seringa. No entanto, o Endoactivator foi menos eficaz quando usado durante o mesmo tempo que a ativação ultrassônica⁽⁵⁾. Por outro lado, a ponta EDDY mostrou uma limpeza efetiva como a ativação ultrassônica⁽¹⁵⁾. Enquanto outros estudos mostraram que a ponta EDDY tem um resultado similar à irrigação por seringa em termos de remoção de detritos⁽¹⁴⁾. Na comparação entre ativação ultrassônica e agitação sônica, um estudo mostrou um efeito superior da irrigação ultrassônica na remoção de tecidos pulparem residuais⁽¹⁴⁾. No entanto, outros estudos mostraram uma diferença insignificante entre várias técnicas ultrassônicas e sônicas na dissolução de tecido orgânico de sulcos simulados no canal radicular quando NaOCl e EDTA foram usados⁽⁵⁾.

2.4. Ativação Ultrassônica (AU)

Esta técnica utiliza a energia ultrassônica na faixa de 25.000 a 32.000 hertz (Hz), gerando agitação circular o que pode ser facilmente adaptado para agitar soluções de NaOCl, EDTA ou outros irrigantes no canal radicular⁽¹²⁾. O método de ativação ultrassônica é amplamente utilizado e é considerado gold standard na prática clínica, apresentando melhor limpeza química através da formação de microfluxos acústicos e da cavitação acústica^(21, 33).

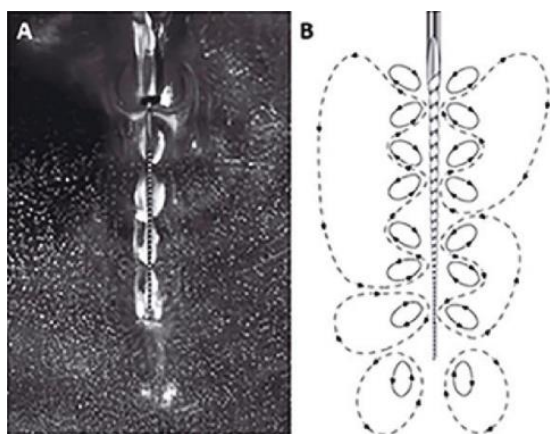


Figura 11 - Atuação da ponta ultrassônica⁽⁴⁷⁾

produzem tensão de cisalhamento, que pode interromper fisicamente biofilmes e danificar microrganismos^(12, 23, 33).

A alta energia entregue por este ciclo garante a progressão da solução irrigante para regiões distantes associadas à anatomia complexa do canal radicular. Quando o instrumento se movimenta livremente dentro dos canais, a ativação ultrassônica pode ser utilizada com maior eficiência^(14, 34).

Dois métodos ultrassônicos foram descritos e estudados na literatura, a irrigação ultrassônica (IU) e a irrigação ultrassônica passiva (IUP). No primeiro, são combinadas a instrumentação com irrigação, demonstrando conseguir canais mais limpos do que os preparados por instrumentação convencional. No entanto, o corte não controlado da dentina, que pode resultar na perfuração de paredes e em canais altamente irregulares, verifica-se nesse método. Além disso, tem menor capacidade de remoção do tecido pulpar quando comparado a IUP, sendo assim desaconselhado o seu uso. Já na IUP, o líquido irrigante é ativado sem a utilização de quaisquer outros instrumentos em simultâneo^(5, 22). Em vez disso, a energia é transferida da ponta oscilante para a solução irrigante dentro do canal radicular de forma não cortante, resultando em microfluxos acústicos os quais proporcionam melhor desbridamento do canal radicular no nível apical em comparação com a irrigação convencional por agulha^(33, 35).

A IUP pode ocorrer de duas formas: a solução pode ser colocada no canal e agitada (IUP intermitente), ou pode haver dispersão contínua de líquido irrigante (IUP contínua). Em ambos os casos, a ponta deve ser inserida frouxamente e não desbridar as paredes, de modo que o efeito seja passivo⁽¹²⁾.

Esse microfluxo é o movimento rápido do fluido em forma circular ou de vórtice à volta da lima vibratória, ou seja, na sua lateral. A cavitação é a criação de bolhas de vapor ou a expansão, contração e/ou distorção de bolhas pré-existentes num líquido, tendo origem através do movimento da ponta da lima; e ocorrendo apenas quando ela é capaz de vibrar livremente no canal ou tocar levemente nas paredes. As explosões e implosões resultantes

Durante a IUP intermitente, são utilizadas seringa e agulha para injetar a solução irrigante no canal radicular, possibilitando que a quantidade de líquido utilizada e a profundidade de penetração no canal radicular sejam controladas. Ao contrário, na IUP contínua, a solução irrigante flui continuamente através do próprio dispositivo ultrassônico. No modelo ex vivo, ambos os métodos foram igualmente eficazes na remoção de detritos de dentina do canal radicular após três minutos de irrigação^(2, 5).

A maioria dos aparelhos de ultrassom manuais modernos são unidades piezoelétricas, em que a ação da ponta é linear, criando um movimento de pistão ou de toques, com nós e antinós ao longo do instrumento⁽¹²⁾.

Apesar desse sistema ser efetivo na remoção de detritos e bactérias do sistema de canais, não consegue romper o bloqueio apical por vapor de forma definitiva^(24, 31). A razão para isso pode ser o fato de que os inúmeros nós e antinós ao longo do comprimento da lima ultrassônica amortecem indesejavelmente a amplitude da vibração ao tocar nas paredes do canal radicular⁽²³⁾.

Os protocolos clínicos atuais enfatizam o uso de agitação ultrassônica com NaOCl no processo de limpeza final de canais radiculares, aumentando a eficiência na remoção de detritos, microrganismos e camadas de smear, especialmente em áreas de dificuldade anatômica^(8, 20). No entanto, não há relatos de que possam aumentar a eficácia da atividade do EDTA e os benefícios adicionais assumidos da IUP em relação à irrigação não ativada são principalmente baseados em estudos in vitro^(12, 20).

2.5. Ativação Multissônica

O Sistema GentleWave® (GW), da empresa Sonendo, foi desenvolvido como uma alternativa para a limpeza e desinfecção dos canais radiculares sem a necessidade de ampliação significativa⁽³⁶⁾. É composto por uma unidade de controle e um instrumento de tratamento que utiliza a tecnologia Multisonic Ultracleaning, na qual são aplicadas técnicas avançadas de dinâmica de fluidos, acústica e química para dissolver tecidos, independentemente da complexidade anatômica. Após o início do procedimento, um fluxo é gerado nos canais, criando uma força de cisalhamento que resulta na formação de cavitação hidrodinâmica e na implosão de microbolhas, gerando um campo acústico que se propaga pelo fluido. Além disso, é induzido um vórtice para criar uma suave pressão negativa, o que reduz a acumulação de gás e resolve o problema do VL^(37, 38).



Figura 12- Mecanismo de atuação do sistema GentleWave⁽³⁷⁾

Fornecer um fluxo contínuo de irrigante, incluindo NaOCl, EDTA e água destilada; para a câmara pulpar, ao mesmo tempo que remove o excesso através de um sistema de sucção incorporado. Essa solução passa por um processo de otimização para eliminar gases indesejáveis antes de atingir a barra sonora dentro do aparelho. Nesse ponto, ocorre a liberação de energia acústica, resultando na formação de bolhas microscópicas que alcançam espaços anatômicos complexos e túbulos dentinários. Esta técnica permite uma preparação mínima dos canais, sendo necessária, o alargamento apical com limas de tamanho entre ISO 15 a 25 e tendo um tempo de atuação do sistema entre 5 e 8 minutos⁽⁵⁾.

A ativação multissônica mostrou melhores resultados na obtenção de istmos mais limpos do que a irrigação com seringa e uma redução superior da carga microbiana em comparação com a ativação ultrassônica⁽⁵⁾. Além disso, um estudo concluiu que houve uma taxa de sucesso de 97% no tratamento de dentes não necrosados e dentes com periodontite apical tratados com o sistema GW em 12 meses⁽³⁶⁾. O Procedimento com sistema multissônico demonstrou, também, causar erosão mínima da dentina⁽⁵⁾. Um estudo recente mostrou que o GW não é significativamente melhor do que a ativação ultrassônica em relação à remoção de detritos. Os autores afirmam ainda que esses dois métodos obtiveram excelentes resultados⁽³⁹⁾.

Embora estudos in vitro tenham mostrado resultados promissores com o uso do Sistema multissônico em relação à limpeza dos canais e à segurança do sistema, são necessários estudos in vivo para verificar as evidências de nível mais alto sobre o desempenho e benefícios de qualquer estratégia ou dispositivo de terapia endodôntica⁽³⁶⁾.

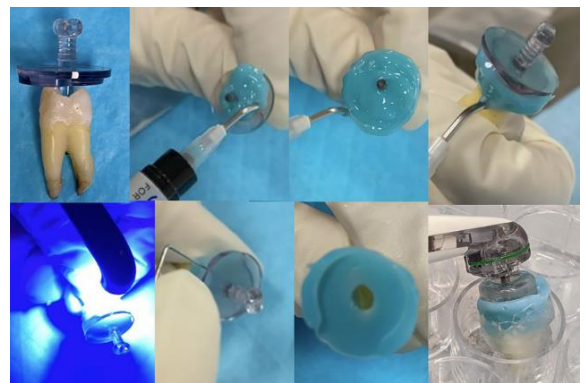


Figura 13 - Plataforma oclusal para funcionamento do sistema GentleWave⁽³⁸⁾

2.6. Ativação por Limas Rotativas

A FKG Dentaire trouxe importantes inovações para a área endodôntica com a criação da liga metálica MaxWire®, que permite superelasticidade e memória de forma em seus instrumentos⁽⁵⁾. Essa liga é capaz de se adaptar à temperatura corporal, alcançar áreas difíceis e resistir à fadiga cíclica. Um exemplo dessa tecnologia é a XP-Endo Finisher®, uma lima rotatória altamente flexível capaz de atingir regiões de anatomia complexa sem remover a dentina ou alterar a forma do canal. A combinação de sua rotação com a presença de solução irrigante otimiza a limpeza do canal radicular^(5, 40).

O XP-Endo Finisher é composta de NiTi MaxWire que assume uma forma linear à temperatura ambiente e se expande em forma de foice à temperatura corporal⁽¹⁴⁾. O fabricante nomeou esses estádios como Martensite (fase M), em que o instrumento permanece reto; e Austenite (fase A), quando é submetido a temperaturas intracanais, atingindo, assim, sua forma de memória e curvando 1,5 mm nos últimos 10 mm de seu comprimento^(14, 40, 41).

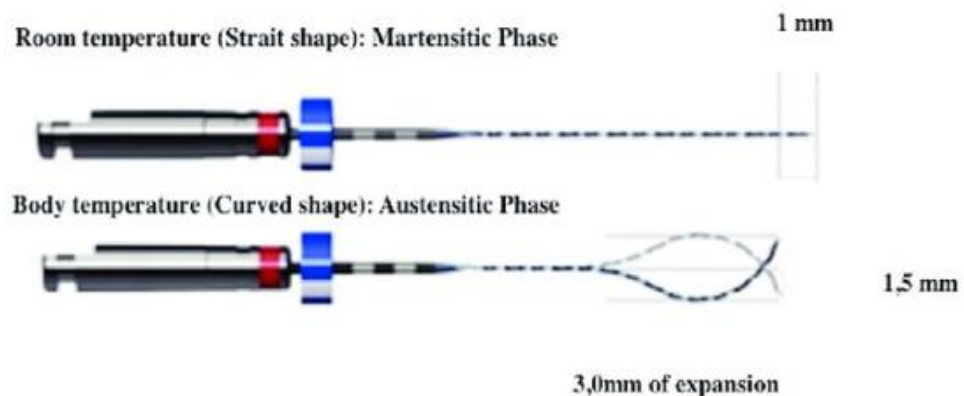


Figura 14 - Lima XP-Endo Finisher em sua fase M e A⁽⁴⁶⁾

O sistema foi projetado como um protocolo de irrigação final do canal para melhorar a limpeza, sendo um instrumento não cônico de diâmetro ISO 25 (25/.00), capaz de atingir uma amplitude de 3 a 6 mm quando em rotação, o que corresponde a cem vezes o seu diâmetro⁽⁴⁰⁾. Dessa forma, a lima respeita a anatomia interna original da raiz, enquanto limpa efetivamente as áreas irregulares devido à sua flexibilidade aumentada, sua capacidade de expansão, de adaptação tridimensional e de remover detritos de tecido duro e smear layer^(14, 27).

No entanto não há estudos recentes sobre a quantidade de detritos e irrigante extruídos apicalmente durante seu uso. Várias técnicas in vitro têm sido usadas para calcular a quantidade de extrusão apical, porém a maioria dos estudos utiliza o modelo de tubo vazio, o qual não simula as condições clínicas in vivo, uma vez que, ao contrário do ligamento periodontal, o tubo vazio não oferece pressão de retrocesso⁽²⁷⁾.

2.7. Ativação a Laser

Nos últimos dez anos, houve uma extensa investigação sobre a utilização da energia laser para promoção de cavitação e o fluxo acústico de irrigantes dentro dos canais radiculares. Isso resultou no desenvolvimento de diversos protocolos clínicos para a agitação dos fluidos por meio de luz⁽¹²⁾.



Figura 15 - Esquema ilustrativo sobre da transmissão fotoacústica induzida por fotões⁽⁴⁸⁾

A ativação a laser é um conjunto de técnicas que utilizam a cavitação ótica para criar e colapsar bolhas de vapor, permitindo que se desloquem para áreas mais distantes dentro do canal radicular, aquecendo o irrigante durante esse processo. Essas técnicas envolvem o uso de instrumentos compostos por pontas cristalinas feitas de diferentes substâncias, como Nd:YAG (Neodímio em Ítrio-Alumínio-Granada), Nd:YAP (Neodímio em Ítrio-Alumínio-Perovskita), Er:YAG (Érbio em Ítrio-Alumínio-Granada) e Er:Cr:YSGG (Érbio-Cromo em Ítrio-Escândio-Gálio Granada)⁽⁵⁾.

Os lasers, Er:YAG (2940 nm) e Er,Cr:YSGG (2780 nm), utilizam modo de pulso como forma de emissão e empregam frequências médias no espectro do infravermelho para ativação do líquido^(5, 15, 42, 43). Essa Técnica é denominada por Irrigação Ativada a Laser (IAL) e atua promovendo disparos através de uma ponta, direcionados para baixo ou ao redor de seu eixo central, sendo necessário a profunda inserção até os 5 últimos milímetros antes do ápice^(5, 13).

A técnica de irrigação a laser mais utilizada atualmente é a Transmissão Fotoacústica Induzida por Fotões (TFIF). Nessa técnica, uma ponta cristalina é colocada na câmara pulpar, que deve estar inundada com irrigante. São utilizados pulsos curtos

de baixa energia, com 20 milijoules durante 50 microssegundos, a uma potência de 0,3 Watts e uma frequência de 15 Hertz. Os pulsos são repetidos de três a quatro vezes, com duração de 20 a 30 segundos cada vez. Isso resulta em uma potência total de 400 Watts, o que cria um fenômeno de explosão-implosão dentro da solução irrigante^(18, 42).

Cada pulso gerado pela ponta do sistema de TFIF é absorvido através das moléculas de água, resultando numa intensa "onda de choque", que promove um grande fluxo de fluido no interior do canal e contribui para evitar efeitos colaterais indesejados, como o aumento excessivo de temperatura^(31, 44).

A Transmissão Fotoacústica Aprimorado por Ondas de Choque (TFAOC) é a evolução mais recente da irrigação a laser. Possui características semelhantes à TFIF e difere no fato de que os pulsos a laser são entregues em pares, formando um efeito de cavitação primária e secundária com um período de aproximadamente 600 microssegundos entre cada pulso. Como resultado, a primeira bolha é empurrada mais profundamente no canal radicular e as bolhas secundárias se colapsam devido à pressão adicional, gerando uma reação em cadeia que pode continuar ao longo de todo o comprimento do canal radicular para causar micro fluxos e, assim, aumentar a profundidade de penetração do desinfetante⁽¹⁰⁾.

Para tal, é utilizado o laser Er:YAG, que emite luz, de forma pulsada, com comprimento de onda de 2940 nm, através de uma ponta de fibra de vidro e transfere energia para a solução de desinfecção ao seu redor⁽¹⁰⁾. Devido à alta absorção de líquidos transparentes nessa frequência de onda, o calor é gerado localmente e causa evaporação espontânea. Acredita-se que o TFAOC amplifica a cavitação secundária, a fim de alcançar áreas mais distantes do canal radicular⁽⁵⁾.

Uma técnica adicional no campo da irrigação a laser é a Desinfecção Fotoativada, que envolve dois passos distintos. Inicialmente, é aplicada uma substância fotossensibilizadora no canal, como azul de metileno, azul de toluidina, rosa bengala ou verde indocianina, durante cerca de 1 minuto^(9, 35). Em seguida, é realizada a emissão de luz através de um laser de diodo (660 nanômetros), cujo comprimento de onda coincide com a banda de absorção máxima do fotossensibilizante, desencadeando uma reação fotoquímica. Essa reação resulta na produção de espécies reativas de oxigênio e oxigênio singlete, que causam danos irreversíveis às células microbianas^(18, 45).

Acredita-se que esta técnica seja capaz de descontaminar uma distância de até 500-750 micrômetros a partir do canal principal. Além disso, pode ser usado como terapia

a laser de baixo nível que bio modula muitas funções celulares, como anti-inflamatório e analgesia, quando a dose correta é aplicada⁽⁵⁾

IV – DISCUSSÃO

1. Comparação entre as técnicas de irrigação ativadas e irrigação convencional por agulha na remoção de detritos e smear layer

Virdee *et al.* 2018, indicaram que a irrigação sônica e a ADM foram mais eficazes do que a irrigação convencional por agulha em todos os terços radiculares. A IPN foi mais eficaz no terço coronal, a IUP no terço médio e a ADM no terço apical para a remoção de detritos. No entanto, a heterogeneidade metodológica e a falta de padronização das variáveis estudadas limitaram a interpretação dos resultados. Apesar disso, concluíram que as técnicas de irrigação ativada são superiores à irrigação convencional por agulha na remoção de smear layer e detritos dentinários, o que destaca a eficácia dessas técnicas na limpeza intracanal⁽²⁾.

Widbiller *et al.* 2021 estudaram a efetividade na remoção de detritos *in vitro* comparando irrigação sônica, IAL e irrigação convencional por agulha; e puderam concluir que a irrigação ativada por ultrassom demonstrou ser mais eficaz na remoção de detritos em comparação com a irrigação convencional com agulha. No entanto, afirmam que a IAL, tem demonstrado resultados promissores na remoção de detritos. O fator limitante na comparação entre os sistemas resulta da falta na padronização dos estudos *in vitro* sobre limpeza e desinfecção de canais radiculares⁽¹⁰⁾.

Tashkandi e Alghamdi 2022, em sua revisão bibliográfica compreensiva, afirmam que as técnicas de irrigação ativada são benéficas no tratamento de canal radicular, melhorando a distribuição do irrigante e garantindo a limpeza dos istmos. No entanto, os autores encontraram grande variação entre os protocolos utilizados e falta de ensaios clínicos randomizados de longo prazo, corroborando com os fatos apresentados por Widbiller *et al.* 2021 e Virdee *et al.* 2018, sobre esse tema⁽⁵⁾.

2. Comparação entre as técnicas de irrigação ativadas e irrigação convencional por agulha em relação à dor pós-operatória

De acordo com Erkan *et al.* 2022, os sistemas de ativação da irrigação a laser demonstraram-se eficazes na redução da dor pós-operatória em tratamentos de canal

radicular, apresentando menor extrusão de líquido na região apical e resultando em menor resposta inflamatória e intensidade de dor. Portanto, eles acreditam que esses sistemas podem ser considerados uma opção promissora para melhorar os resultados do tratamento de canal radicular em relação a conforto. Além disso, foi observado que os grupos sônico, ultrassônico e ADM apresentaram níveis semelhantes de dor pós-operatória até o sétimo dia⁽¹⁵⁾.

Kaplan *et al.* 2022, avaliaram os efeitos de diferentes procedimentos de irrigação e desinfecção no tratamento endodôntico em casos de periodontite apical sintomática. Afirmam, que o uso do sistema de ativação da irrigação sônica e a irradiação com o laser de diodo de 980 nm não reduziram significativamente os níveis de dor pós-operatória e necessidade do consumo de analgésicos quando comparado com irrigação convencional por agulha. No entanto, observaram que os níveis de dor, quando existente, diminuíram após 48 horas em todos os grupos e inexistente após 7 dias, o que corrobora com Erkan *et al.* 2022⁽²⁹⁾.

De acordo com Susila e Minu 2019, a ICA pode resultar em extravasamento do irrigante e maior dor pós-operatória, devido à pressão hidráulica gerada. Estudos analisados por eles mostraram que métodos de ativação produziram menos dor e menor necessidade do consumo de analgésicos. No entanto 1 dos 17 estudos analisados pelos autores concluiu que o ADM causou mais dor do que os outros métodos, indo de encontro com os achados de Erkan *et al.* 2022⁽¹⁾.

3. Comparação entre as técnicas de irrigação ativadas e irrigação convencional por agulha na desinfecção

De acordo com Do e Gaudin 2020, atualmente existe uma grande diversidade nos estudos em relação a parâmetros, como tempo de incubação bacteriana, parâmetros do laser, protocolos de irrigação e soluções utilizadas. Apesar disso, as evidências sugerem que o Er:YAG, IAL e a TFIF, são promissores para desinfecção do canal e remoção de detritos e smear layer. No entanto, devido à heterogeneidade nos métodos dos estudos, os resultados são menos significativos, havendo necessidade de mais pesquisas, especialmente estudos in vivo, para melhorar a avaliação na eficácia dessas técnicas⁽¹³⁾.

Josic *et al.* 2022, elaboraram um estudo bibliográfico para avaliar a redução do biofilme endodôntico durante o uso de técnicas de irrigação ativadas baseada em sistemas sônico, ultrassônico e laser Er:YAG; e comparando com ICA. Os autores concordaram que as técnicas de irrigação ativadas oferecem melhor remoção bacteriana. Porém, fica claro que a escolha da solução de irrigação adequada é um fator de extrema importância para a remoção bacteriana⁽³¹⁾. Essa conclusão reforça os achados de Pedrinha *et al.* 2021, que elaboraram uma comparação entre técnicas de irrigação ativadas (IUP e XP-Endo Finisher) em relação a destruição bacteriana, demonstrando a obtenção de resultados positivos parecidos entre os sistemas, apesar de diferentes protocolos de irrigação. Contudo, os autores verificaram que a erradicação de bactérias vivas nos túbulos dentinários não foi possível em nenhum dos grupos estudados⁽⁴¹⁾.

Em contraste, Silva *et al.* 2019, afirmam que não há evidências sólidas que apoiem o uso de IUP em vez de ICA na prática clínica, a fim de melhorar a cicatrização periapical ou a desinfecção bacteriana. Para tal, seriam necessários mais ensaios clínicos randomizados comparando as duas técnicas⁽²⁰⁾.

V – CONCLUSÃO

Após a análise dos estudos disponíveis, foi possível concluir que as técnicas de irrigação ativada apresentam vantagens significativas em relação à remoção de resíduos, detritos no canal radicular, diminuição da dor pós-operatória e desinfecção, quando comparadas às técnicas convencionais. A utilização das técnicas de irrigação ativadas durante os procedimentos endodônticos é recomendada, apesar de não ser possível de afirmar a superioridade de um sistema sobre outro, devido a heterogeneidade metodológicas entre os estudos e pela falta de estudos *in vivo*.

É fundamental que sejam estabelecidos protocolos padronizados e que sejam realizadas mais pesquisas para avaliar o impacto clínico dessas técnicas, com o objetivo de poder compará-las de forma fidedigna, evoluindo assim neste campo na área da endodontia.

Algumas técnicas de irrigação ativadas foram demonstradas como técnicas benéficas e promissoras na endodontia contemporânea, porém ainda faltam estudos livres de viés e com uma sólida metodologia para poder destaca-los como gold standard no processo de irrigação ativada.

Apesar de tudo, a ICA, quando associado com NaOCl (1% a 6%), apresenta bons resultados e continua a ser amplamente usada, devido ao seu baixo custo e fácil curva de aprendizagem. Essa técnica quando associada a método de ativação dinâmica revela bons resultados na literatura, apesar de não sobressaírem quando comparados às técnicas de irrigação ativadas.

VI – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Susila A, Minu J. Activated Irrigation vs. Conventional non-activated Irrigation in Endodontics - A Systematic Review. *European endodontic journal*. 2019;4(3):96-110.
2. Virdee SS, Seymour DW, 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*. 2018;51(6):605-21.
3. Barbosa AFA, Lima CO, Sassone LM, Fares RD, Fidalgo T, Silva E. Effect of passive ultrasonic irrigation on hard tissue debris removal: a systematic review and meta-analysis. *Brazilian oral research*. 2021;35:e123.
4. Duque JA, Duarte MAH, Canali LCF, Zancan RF, Vivan RR, Bernardes RA, et al. Comparative Effectiveness of New Mechanical Irrigant Agitating Devices for Debris Removal from the Canal and Isthmus of Mesial Roots of Mandibular Molars. *Journal of endodontics*. 2017;43(2):326-31.
5. Tashkandi N, Alghamdi F. Effect of Chemical Debridement and Irrigant Activation on Endodontic Treatment Outcomes: An Updated Overview. *Cureus Journal of Medical Science*. 2022;14(1).
6. Dioguardi M, Crincoli V, Sovereto D, Caloro GA, Aiuto R, Illuzzi G, et al. Effectiveness of Vapor Lock Effect Removal in Endo Training Blocks: Manual Dynamic Agitation versus Passive Ultrasonic Irrigation. *Applied Sciences-Basel*. 2019;9(24).
7. Dioguardi M, Di Gioia G, Illuzzi G, Ciavarella D, Laneve E, Troiano G, et al. Passive Ultrasonic Irrigation Efficacy in the Vapor Lock Removal: Systematic Review and Meta-Analysis. *TheScientificWorldJournal*. 2019;2019:6765349.
8. Nagendrababu V, Jayaraman J, Suresh A, Kalyanasundaram S, Neelakantan P. Effectiveness of ultrasonically activated irrigation on root canal disinfection: a systematic review of in vitro studies. *Clinical oral investigations*. 2018;22(2):655-70.
9. Cheung AWT, Lee AHC, Cheung GSP. Clinical efficacy of activated irrigation in endodontics: a focused review. *Restorative dentistry & endodontics*. 2021;46(1):e10.
10. Widbiller M, Keim L, Schlichting R, Striegl B, Hiller KA, Jungbauer R, et al. Debris Removal by Activation of Endodontic Irrigants in Complex Root Canal Systems: A Standardized In-Vitro-Study. *Applied Sciences-Basel*. 2021;11(16).
11. Moreira RN, Pinto EB, Galo R, Falci SGM, Mesquita AT. Passive ultrasonic irrigation in root canal: systematic review and meta-analysis. *Acta odontologica Scandinavica*. 2019;77(1):55-60.
12. Walsh LJ, George R. Activation of Alkaline Irrigation Fluids in Endodontics. *Materials*. 2017;10(10).
13. Do QL, Gaudin A. The Efficiency of the Er: YAG Laser and PhotonInduced Photoacoustic Streaming (PIPS) as an Activation Method in Endodontic Irrigation: A Literature Review. *Journal of lasers in medical sciences*. 2020;11(3):316-34.
14. Liang A, Huang L, Li B, Huang Y, Zhou X, Zhang X, et al. Micro-CT Evaluation of Different Root Canal Irrigation Protocols on the Removal of Accumulated Hard Tissue Debris: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of clinical medicine*. 2022;11(20).
15. Erkan E, Gündoğar M, Uslu G, Özyürek T. Postoperative pain after SWEEPS, PIPS, sonic and ultrasonic-assisted irrigation activation techniques: a randomized clinical trial. *Odontology*. 2022;110(4):786-94.
16. Zhou J, Liu T, Guo L. Effectiveness of XP-Endo Finisher and passive ultrasonic irrigation on intracanal medicament removal from root canals: a systematic review and meta-analysis. *BMC oral health*. 2021;21(1):294.
17. Santos Nogueira L, Amaral G, Silva E, Tinoco JMM, Alves FRF, Sassone LM. Bacterial Reduction in Oval-Shaped Root Canals After Different Irrigant Agitation Methods. *European endodontic journal*. 2021;6(1):110-6.
18. Mohammadi Z, Jafarzadeh H, Shalavi S, Palazzi F. Recent Advances in Root Canal Disinfection: A Review. *Iranian endodontic journal*. 2017;12(4):402-6.

19. Coaguila-Llerena H, Gaeta E, Faria G. Outcomes of the GentleWave system on root canal treatment: a narrative review. *Restorative dentistry & endodontics*. 2022;47(1):e11.
20. Silva E, Rover G, Belladonna FG, Herrera DR, De-Deus G, da Silva Fidalgo TK. Effectiveness of passive ultrasonic irrigation on periapical healing and root canal disinfection: a systematic review. *British dental journal*. 2019;227(3):228-34.
21. Yilmaz A, Yalcin TY, Helvacioğlu-Yigit D. Effectiveness of Various Final Irrigation Techniques on Sealer Penetration in Curved Roots: A Confocal Laser Scanning Microscopy Study. *BioMed research international*. 2020;2020:8060489.
22. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Muwaquet-Rodríguez S, Albero-Monteagudo A. Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A literature review. *Journal of clinical and experimental dentistry*. 2019;11(2):e185-e93.
23. Agarwal A, Deore RB, Rudagi K, Nanda Z, Baig MO, Fareez MA. Evaluation of Apical Vapor Lock Formation and comparative Evaluation of its Elimination using Three different Techniques: An in vitro Study. *J Contemp Dent Pract*. 2017;18(9):790-4.
24. Pasricha SK, Makkar S, Gupta P. Pressure alteration techniques in endodontics- a review of literature. *J Clin Diagn Res*. 2015;9(3):ZE01-6.
25. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *British dental journal*. 2014;216(6):299-303.
26. Adorno CG, Fretes VR, Ortiz CP, Mereles R, Sosa V, Yubero MF, et al. Comparison of two negative pressure systems and syringe irrigation for root canal irrigation: an ex vivo study. *International endodontic journal*. 2016;49(2):174-83.
27. Sariyilmaz E, Keskin C. Apical Extrusion of Debris and Irrigant Using XP-Endo Finisher, EndoActivator, Passive Ultrasonic Irrigation or Syringe Irrigation. *Meandros Medical and Dental Journal*. 2018;19(2):127-31.
28. Mancini M, Cerroni L, Palopoli P, Olivi G, Olivi M, Buoni C, et al. FESEM evaluation of smear layer removal from conservatively shaped canals: laser activated irrigation (PIPS and SWEEPS) compared to sonic and passive ultrasonic activation-an ex vivo study. *BMC oral health*. 2021;21(1).
29. Kaplan T, Kaplan SS, Sezgin GP. The effect of different irrigation and disinfection methods on post-operative pain in mandibular molars: a randomised clinical trial. *BMC oral health*. 2022;22(1):601.
30. Gündoğar M, Sezgin GP, Kaplan SS, Özyürek H, Uslu G, Özyürek T. Postoperative pain after different irrigation activation techniques: a randomized, clinical trial. *Odontology*. 2021;109(2):385-92.
31. Josic U, Mazzitelli C, Maravic T, Fidler A, Breschi L, Mazzoni A. Biofilm in Endodontics: In Vitro Cultivation Possibilities, Sonic-, Ultrasonic- and Laser-Assisted Removal Techniques and Evaluation of the Cleaning Efficacy. *Polymers*. 2022;14(7).
32. Bolles JA, He J, Svoboda KK, Schneiderman E, Glickman GN. Comparison of Vibringe, EndoActivator, and needle irrigation on sealer penetration in extracted human teeth. *Journal of endodontics*. 2013;39(5):708-11.
33. Gu Y, Perinpanayagam H, Kum DJ, Yoo YJ, Jeong JS, Lim SM, et al. Effect of Different Agitation Techniques on the Penetration of Irrigant and Sealer into Dentinal Tubules. *Photomedicine and laser surgery*. 2017;35(2):71-7.
34. Dedania MS, Shah NC, Shah R, Bhadra D, Bajpai N, Pisal N, et al. Effect of Passive Ultrasonic Irrigation and Laser Disinfection in Single Visit Root Canal Therapy on Postoperative Pain. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2021;15(11):ZC33-ZC6.
35. Ahangari Z, Asnaashari M, Rad NA, Shokri M, Azari-Marhabi S, Asnaashari N. Investigating the Antibacterial Effect of Passive Ultrasonic Irrigation, Photodynamic Therapy and Their Combination on Root Canal Disinfection. *Journal of lasers in medical sciences*. 2021;12.
36. Sigurdsson A, Garland RW, Le KT, Woo SM. 12-month Healing Rates after Endodontic Therapy Using the Novel GentleWave System: A Prospective Multicenter Clinical Study. *Journal of endodontics*. 2016;42(7):1040-8.

37. Sigurdsson A, Garland RW, Le KT, Rassoulia SA. Healing of Periapical Lesions after Endodontic Treatment with the GentleWave Procedure: A Prospective Multicenter Clinical Study. *Journal of endodontics*. 2018;44(3):510-7.
38. Velardi JP, Alquria TA, Alfidous RA, Corazza BJM, Gomes APM, Silva EG, et al. Comparison of GentleWave system and passive ultrasonic irrigation with minimally invasive and conventional instrumentation against LPS in infected root canals. *Scientific reports*. 2022;12(1).
39. Chan R, Versiani MA, Friedman S, Malkhassian G, Sousa-Neto MD, Leoni GB, et al. Efficacy of 3 Supplementary Irrigation Protocols in the Removal of Hard Tissue Debris from the Mesial Root Canal System of Mandibular Molars. *Journal of endodontics*. 2019;45(7):923-9.
40. Alakshar A, Saleh ARM, Gorduysus MO. Debris and Smear Layer Removal from Oval Root Canals Comparing XP-Endo Finisher, EndoActivator, and Manual Irrigation: A SEM Evaluation. *Eur J Dent*. 2020;14(4):626-33.
41. Pedrinha VF, Cuellar MRC, Velasquez-Espedilla EG, Duarte MAH, de Andrade FB, Rodrigues PD. Impact of irrigation protocols with some chelators and mechanical agitation on intratubular decontamination. *Brazilian oral research*. 2021;35.
42. Dagher J, El Feghali R, Parker S, Benedicenti S, Zogheib C. Postoperative Quality of Life Following Conventional Endodontic Intracanal Irrigation Compared with Laser-Activated Irrigation: A Randomized Clinical Study. *Photobiomodulation, photomedicine, and laser surgery*. 2019;37(4):248-53.
43. Boutsoukis C, Arias-Moliz MT, de Paz LEC. A critical analysis of research methods and experimental models to study irrigants and irrigation systems. *International endodontic journal*. 2022;55:295-329.
44. Lukac N, Jezersek M. Amplification of pressure waves in laser-assisted endodontics with synchronized delivery of Er:YAG laser pulses. *Lasers in Medical Science*. 2018;33(4):823-33.
45. Anagnostaki E, Mylona V, Parker S, Lynch E, Grootveld M. Systematic Review on the Role of Lasers in Endodontic Therapy: Valuable Adjunct Treatment? *Dentistry Journal*. 2020;8(3).
46. Hamdan R, Michetti J, Pinchon D, Diemer F, Georgelin-Gurgel M. The XP-Endo Finisher for the removal of calcium hydroxide paste from root canals and from the apical third. *Journal of clinical and experimental dentistry*. 2017;9.
47. Miranda TC, Andrade JFM, Gelfuso GM, Cunha-Filho M, Oliveira LA, Gratieri T. Novel technologies to improve the treatment of endodontic microbial infections: Inputs from a drug delivery perspective. *Int J Pharm*. 2023;635:122794.
48. Nusstein JM. Endodontic sonic and ultrasonic irrigant activation. *Clinical Dentistry Reviewed*. 2018;2(1):22.
49. Garip Y, Sazak H, Gunday M, Hatipoglu S. Evaluation of smear layer removal after use of a canal brush: an SEM study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010;110(2):e62-6.
50. Machtou PP. Manual dynamic activation technique. *Clinical Dentistry Reviewed*. 2018;2(1):21.
51. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *Journal of endodontics*. 2007;33(5):611-5.

ANEXOS

ANEXOS

DECLARAÇÃO

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Monografia

Identificação do autor

Nome completo: Felipe Ferreira Souza de Sá

Nº de identificação civil: 31620534

Nº do estudante: 202002697

E-mail institucional: up202002697@fmd.up.pt

E-mail alternativo: felipesaodonto@gmail.com

Tlf/Tlm: 913491222

Faculdade/Instituto: Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Identificação da Publicação

Dissertação de Mestrado Integrado (Monografia) ☒

Título Completo: "Inovações na irrigação endodôntica: uma avaliação dos últimos desenvolvimentos" - "Innovations in endodontic irrigation: an evaluation of recent developments"

Orientadora: Áurea Rodrigues

Coorientadora: Ana Carolina Nogueira Silva

Palavras-chaves: irrigação endodôntica convencional; agitação dinâmica manual; irrigação sónica; irrigação ultrassônica; irrigação multissônica; irrigação por pressão negativa; ativação por limas rotatórias; irrigação ativada por laser;

Autorizo a disponibilização imediata do texto integral no Repositório da U. Porto: **Sim**

Não autorizo a disponibilização imediata do texto integral no Repositório da U. Porto:

Autorizo a disponibilização do texto integral no Repositório da U. Porto, com período de embargo, no prazo de:

6 meses: ____; 12 meses: ____; 18 meses: ____; 24 meses: ____; 36 meses: ____; 120 meses: ____; Justificação para a não autorização imediata: _____

Data: 22/05/2023

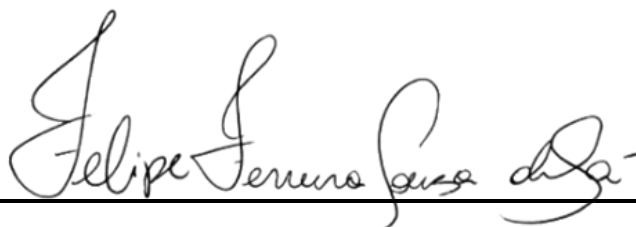
Assinatura: Felipe Ferreira Souza de Sá

DECLARAÇÃO DE AUTORIA E ORIGINALIDADE

Monografia

Declaro que o presente trabalho, no âmbito da Monografia, integrado no MIMD, da FMDUP, é da minha autoria e todas as fontes foram devidamente referenciadas.

Porto, 22 de maio de 2023.



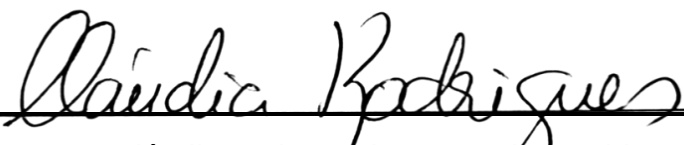
Felipe Ferreira Souza de Sá

PARECER DA ORIENTADORA

Informo que o Trabalho de Monografia desenvolvido pelo estudante Felipe Ferreira Souza de Sá do 5º ano do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, com o título de: Inovações na irrigação endodôntica: uma avaliação dos últimos desenvolvimentos" - "Innovations in endodontic irrigation: an evaluation of recent developments, está de acordo com as regras estipuladas na FMDUP, foi por mim conferido e encontra-se em condições de ser apresentado em provas públicas.

Porto, 22 de maio de 2023.

A Orientadora,

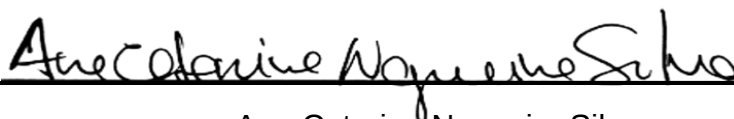

Cláudia Sofia Cunha Mesquita Rodrigues

PARECER DA COORIENTADORA

Informo que o Trabalho de Monografia desenvolvido pelo estudante Felipe Ferreira Souza de Sá do 5º ano do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, com o título de: Inovações na irrigação endodôntica: uma avaliação dos últimos desenvolvimentos" - "Innovations in endodontic irrigation: an evaluation of recent developments, está de acordo com as regras estipuladas na FMDUP, foi por mim conferido e encontra-se em condições de ser apresentado em provas públicas.

Porto, 22 de maio de 2023.

A Coorientadora,



Ana Catarina Nogueira Silva