

IRENE SCROPPO

**EVOLUÇÃO DOS DIFERENTES MÉTODOS DE ATIVAÇÃO DO
IRRIGANTE NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO NÃO
CIRÚRGICO: REVISÃO NARRATIVA**

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2022

IRENE SCROPPO

**EVOLUÇÃO DOS DIFERENTES MÉTODOS DE ATIVAÇÃO DO
IRRIGANTE NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO NÃO
CIRÚRGICO: REVISÃO NARRATIVA**

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2022

IRENE SCROPPO

**EVOLUÇÃO DOS DIFERENTES MÉTODOS DE ATIVAÇÃO DO
IRRIGANTE NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO NÃO
CIRÚRGICO: REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa
como parte dos requisitos para obtenção de grau de
Mestre em Medicina Dentária.

Porto, 2022

RESUMO

Esta revisão visa realçar a importância da irrigação no tratamento endodôntico não cirúrgico, com particular ênfase nos meios de ativação destas soluções irrigantes ao fim de proporcionar uma maior taxa de desinfecção. Serão abordadas várias técnicas desenvolvidas ao longo dos anos, tais como agitação manual, sónica, ultrassónica, XP-Endo Finisher e lasers, ilustrando as respetivas limitações e margens de sucesso, com o objetivo final de compará-las. Será dada uma importância considerável às técnicas mais recentes como a ativação por ultrassóns e por laser.

Em conclusão a agitação da solução irrigante demonstrou-se uma etapa imprescindível para o sucesso do tratamento, evidenciando uma certa predominância das técnicas mais recentes em relação às convencionais.

A metodologia realizada para este estudo foi uma pesquisa bibliográfica em artigos científicos, publicados em revistas científicas internacionais e websites, entre Outubro 2021 e Março 2022 e os motores de busca utilizados foram a PubMed/NCBI e a Web of Science.

Palavras-chave: “endodontics”, “irrigation”, “disinfection”, “final irrigation”, “laser activation”, “LAI”, “PUI”, “UAI”, “PIPS”, “SWEEPS”, “Erbium Laser”, “Er:YAG”

ABSTRACT

This review aims to highlight the importance of irrigation in non-surgical endodontic treatment, with particular emphasis on the methods of activation of these irrigating solutions in order to provide a higher disinfection rate. Various techniques developed over the years, such as manual agitation, sonic, ultrasonic, XP-Endo Finisher and lasers will be discussed, illustrating their limitations and margins of success, with the final aim of comparing them. Considerable importance will be given to the most recent techniques like ultrasonic and laser activation.

In conclusion, the agitation of the irrigating solution has proved to be an essential step for the success of the treatment, showing a certain predominance of the most recent techniques over the conventional ones.

The methodology used for this study was a bibliographic search of scientific articles published in international scientific journals and websites between October 2021 and March 2022. The search engines used were PubMed/NCBI and Web of Science.

Key words: “endodontics”, “irrigation”, “disinfection”, “final irrigation”, “laser activation”, “LAI”, “PUI”, “UAI”, “PIPS”, “SWEEPS”, “Erbium Laser”, “Er:YAG”

AGRADECIMENTOS

A mio padre Sergio,

mia colonna portante, esempio brillante di Uomo e medico, luce della mia vita. Non sarei nulla senza te oggi, grazie per avermi dato l'opportunità di inseguire il mio sogno ed averlo arricchito con i tuoi preziosi consigli e con la tua passione. Ti amo.

A mia madre Anna,

mia complice e mio sostegno, la tua forza è la mia forza. Grazie per aver posto me e Riccardo prima di ogni cosa senza farci mai mancar nulla. Per avermi accompagnata nelle mille avventure lungo questo cammino e per esser sempre stata dalla mia parte.

A mio fratello Riccardo,

l'altra metà di me. Grazie per i nostri momenti, litigi, sorrisi e sguardi d'intesa. Non esiste un compagno migliore di te al mio fianco, la tua ambizione mi ha sempre ispirata e continua a farlo.

Ringrazio Isa, Lidia, Giulia e Rosangela per gli anni di vera amicizia e sincero volersi bene, oltre ogni tempo e distanza. Siete delle presenze essenziali per me.

A Costanza, la mia roccia, ogni luogo con te è casa.

A Pierlu, per sorreggermi e farmi sorridere sempre.

A Edo, amicone, grazie per i nostri momenti felici ed i concerti a squarciagola.

A Gaia, Marco, Anto e *la Stradella*, mia famiglia acquisita.

Ad Alessia, Martina e Dina, diventate per me sorelle: questo percorso non sarebbe stato così *speciale* senza di voi. Siete parte integrante di questi anni.

Agli amici di sempre, per gli anni passati insieme. Ai miei colleghi, vi voglio bene.

À professora Natália Vasconcelos pela presença e suporte constante, obrigada por aceitar ser minha orientadora, por acreditar em mim e no meu trabalho.

Infine grazie alla Dott.ssa Chiara, che sin dal principio mi ha ispirata, fornendomi gli strumenti per amare questo meraviglioso lavoro.

ÍNDICE GERAL

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	x
I. INTRODUÇÃO	1
1.1 MATERIAIS E MÉTODOS	2
II. DESENVOLVIMENTO	3
2.1 CARACTERÍSTICAS DO IRRIGANTE	3
2.2 EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE ATIVAÇÃO DO IRRIGANTE	4
2.3 AGITAÇÃO MANUAL: NSI E MDA	5
2.4 AGITAÇÃO SÓNICA: EDDY® E ENDOACTIVATOR®	5
2.5 IRRIGAÇÃO ULTRASSÓNICA PASSIVA “PUI”	6
2.6 ROTARY FILE AGITATION: ENDO XP FINISHER®	7
2.7 IRRIGAÇÃO ATIVADA POR LASER “LAI”	7
2.8 TERAPIA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA “aPDT”	8
III. DISCUSSÃO	10
IV. CONCLUSÃO	15
V. BIBLIOGRAFIA	16
VI. ANEXOS	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 - Modificação do aspeto morfológico dos túbulos dentinários em relação à remoção de detritos (5000×)	19
Fig. 2 - Vista lateral nos túbulos dentinários mostrando os túbulos limpos e abertos na superfície da parede dentinal e também nas áreas mais profundas (1000×)	19
Fig. 3 - Aspeto dos túbulos dentinários e da <i>smear layer</i> (1000×)	20
Fig. 4 - Vista de um canal secundário e dos túbulos dentinários com identificação de detritos no interior (800×)	20
Fig. 5 - Sequência típica de imagens adquiridas durante a geração de bolhas induzidas por laser no interior de um canal cilíndrico.....	21
Fig. 6 - Micrográfias 1000X de amostras do grupo de ativação tiradas a 1,3,5 e 8mm do ápice	21
Fig. 7 - Campo de velocidade na região da junção do canal.....	13

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AHDT – ACCUMULATED HARD TISSUE DEBRIS

CHX – CLORHEXIDINA

CT – COMPRIMENTO DE TRABALHO

EA – ENDOACTIVATOR®

EDTA – ÁCIDO ETILENODIAMINO TETRA-ACÉTICO

Er:YAG – ERBIUM-DOPED YTTRIUM ALUMINIUM GARNET LASER

Er,Cr:YSGG – ERBIUM CHROMIUM: YTTRIUM-SCANDIUM-GALLIUM
GARNET

FESEM – FIELD EMISSION SCANNING ELECTRON MICROSCOPY

Hz – HERTZ

kHz – KILOHERTZ

LAI – LASER ACTIVATED IRRIGATION

MDA – ATIVAÇÃO DINÂMICA MANUAL

MIC – MEDICAÇÃO INTRACANALAR

mTAP – TRIPLA PLASTA ANTIBIÓTICA MODIFICADA

NaOCl – HIPOCLORITO DE SÓDIO

NSI – SYRINGE NEEDLE IRRIGATION

PIPS – PHOTON INDUCED PHOTOACUSTIC STREAMING

pps – PULSE PER SECOND

PUI – PASSIVE ULTRASSONIC IRRIGATION

SCR – SISTEMA DE CANAIS RADICULARES

SEM – SCANNING ELECTON MICROSCOPY

SSP – SUPER SHORT PULSE

SWEEPS – SHOCK WAVE ENHANCED EMISSION PHOTOACUSTIC
STREAMING

TENC – TRATAMENTO ENDODONTICO NÃO CIRÚRGICO

UAI – ULTRASSONIC ACTIVATED IRRIGATION

I.INTRODUÇÃO

Na área da endodontia, a irrigação do canal radicular apresenta-se como uma etapa essencial do tratamento endodôntico não cirúrgico, cujo objetivo é erradicar a parte infetada do sistema de canais radiculares, que pode ser constituída por diferentes componentes como vírus e bactérias, detritos da instrumentação mecânica, tecido pulpar vital ou necrótico, outros microrganismos e seus produtos de degradação. A natureza polimicrobiana das infecções pulpares apresenta-se como um obstáculo na limpeza dos canais, pois estes microrganismos se organizam em biofilmes, ou seja, comunidades agregadas que constituem uma barreira mecânica ao nível dos túbulos dentinários que compõem a microanatomia do canal. Uma preparação químico-mecânica eficaz do espaço do canal radicular é extremamente importante para o sucesso do tratamento endodôntico. No entanto, o processo de instrumentação pode deixar uma *smear layer* residual nas paredes dentinárias, que pode desempenhar um papel importante no insucesso endodôntico (Mancini *et al.*, 2021).

Para a remoção desta camada, constituída por substâncias orgânicas e inorgânicas potencialmente infecciosas que devem ser removidas das paredes do canal e do interior dos túbulos dentinários, é necessário recorrer ao auxílio de soluções de irrigação. A limpeza químico-mecânica do Sistema de Canais Radiculares (SCR) pode ser dificultada pela presença de istmos, anastomoses, canais laterais e secundários, deltas apicais, pois o irrigante pode não atingir essas áreas anatomicamente mais complexas e, conseqüentemente, não eliminar os restos mencionados (Dioguardi *et al.*, 2019).

São várias as espécies bacterianas envolvidas nos processos infecciosos endodônticos (principalmente anaeróbias obrigatórias), entre as quais o *Enterococcus faecalis* possui um papel chave, tendo a capacidade de aderir à dentina e invadir os túbulos dentinários, sobrevivendo a longo prazo em canais radiculares obturados sem nutrientes adicionais. O protocolo clínico do Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico (TENC) para ser eficaz tem que cumprir dois passos imprescindíveis, que são a instrumentação mecânica e a desinfecção química mediante irrigantes canulares do SCR (Korkut *et al.*, 2018).

No tratamento endodôntico convencional, muitas soluções irrigantes têm sido recomendadas ao longo dos anos, mas hoje em dia o mais utilizado é o hipoclorito de sódio (NaOCl) em combinação com o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), para desinfetar o SCR e remover os detritos e a *smear layer*.

Um conceito importante que surgiu nos últimos anos é o recurso a métodos físicos ativos para agitar estes fluidos, com o objetivo de melhorar a sua penetração em áreas não alcançadas por instrumentos endodônticos e também de acelerar as ações químicas destes irrigantes. A agitação ultrassônica e, mais recentemente, os lasers pulsados surgiram como dois métodos promissores para ativar soluções de irrigação endodônticas (Walsh e George, 2017).

Várias técnicas e dispositivos de irrigação foram testados e desenvolvidos para melhorar a dispersão e ativação da irrigação. As técnicas de irrigação avançadas, tais como a irrigação sônica e ultrassônica, bem como a irrigação ativada por laser (LAI), parecem ser mais eficazes do que a irrigação clássica, que utiliza uma agulha em bisel acoplada a uma seringa, exercendo uma pressão positiva no canal (NSI) (Vidas *et al.*, 2019).

Esta revisão bibliográfica tem como principal objetivo comparar a eficácia de diferentes técnicas de ativação da solução irrigante na desinfecção do SCR, com maior atenção nos métodos mais recentes como PUI e LAI.

1.1 MATERIAIS E MÉTODOS

Pesquisa Bibliográfica

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica em artigos científicos, publicados em revistas científicas internacionais e websites, entre Outubro 2021 e Março 2022, estabelecendo limites temporais na pesquisa de estudo ou de artigos, valorizando publicações dos últimos seis anos (2017-2022).

Os motores de busca utilizados foram a PubMed/NCBI e a Web of Science.

As palavras utilizadas foram: “endodontics”, “irrigation”, “disinfection”, “final irrigation”, “laser activation”, “LAI”, “PUI”, “UAI”, “PIPS”, “SWEEPS”, “Erbium Laser”, “Er:YAG”. As palavras-chave foram combinadas entre si de diversas formas utilizando operadores booleanos.

Foram seleccionados 27 artigos tendo em conta as palavras-chaves, após a leitura dos respetivos resumos, resultados e conclusões (21 artigos na PubMed/NCBI e 6 na Web of Science).

Devido à atualidade do tópico discutido e à falta de muitas aplicações clínicas, especialmente na utilização dos lasers no protocolo final de irrigação, o filtro para o critério de inclusão foi expandido de “*in vivo*” para “*in vitro*”, tendo assim mais possibilidades para discutir e abordar o tema em estudo.

II. DESENVOLVIMENTO

2.1 CARACTERÍSTICAS DO IRRIGANTE

Existem inúmeras características ideais de um irrigante endodôntico, entre as quais as principais são: cumprir a função de lubrificação e limpeza do SCR durante o uso de instrumentos como limas manuais ou mecânicas, ter como objetivo a dissolução de substâncias seja inorgânicas seja orgânicas, ter uma ação antimicrobiana, não ser citotóxicos e não alterar a microestrutura dentária (especialmente dentinária), dada a importância da preservação e integridade estrutural do tecido dentário no interior do canal (Dioguardi *et al.*, 2019).

Como relatado por Walsh e George, 2017, na prática dentária contemporânea, uma gama de soluções de irrigação é utilizada no SCR durante o TENC para remover restos de tecido mole, inibir e remover fisicamente microrganismos e dissolver as camadas de detritos criadas pela instrumentação. O NaOCl tem uma grande história de utilização como irrigante endodôntico, dadas as suas propriedades germicidas e capacidade de dissolver a componente orgânica dos restos pulpare, por isso, durante o protocolo final de irrigação ele é utilizado em conjunto com o EDTA a 17% ou outro agente quelante, como por exemplo o ácido cítrico ao 10%, que por outro lado vão destruindo a parte inorgânica da *smear layer*.

Um fator que influencia diretamente a limpeza do SCR é aquele determinado pelo efeito mecânico dos irrigantes nas paredes dos canais, designado por *sheer stress*. Esta é a força exercida sobre a superfície do canal pelo fluxo de soluções irrigantes. O SCR tem uma grande superfície constituída por aberturas de túbulos dentinários que são colonizados por bactérias.

Durante a instrumentação, a *smear layer* produzida é compactada nas áreas da anastomose, do istmo e, de facto, nas aberturas dos túbulos criadas pela ação dos instrumentos endodônticos (Dioguardi *et al.*, 2019).

Portanto, isto pode limitar a boa penetração dos irrigantes e conseqüentemente pode atuar como uma barreira entre o material de cimentação e as paredes do canal radicular, alterando a qualidade da obturação e levando à infiltração. Os microrganismos a este nível podem ser considerados responsáveis por infecções endodônticas persistentes, razão pela qual a remoção deles tem fundamental importância no TENC moderno (Fig. 1, 2, 3 e 4).

2.2 EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE ATIVAÇÃO DO IRRIGANTE

Para tornar a irrigação e a descontaminação do SCR mais eficazes, diferentes técnicas e dispositivos de agitação e irrigação podem ser considerados.

A utilização de irrigação mecânica ativa, que permite a ativação ou agitação da solução irrigante, é vantajosa no tratamento de canais radiculares, aumentando a eficiência da chegada deste até ao comprimento de trabalho e assegurando a limpeza do istmo (Tashkandi e Alghamdi, 2022).

A evolução das várias estratégias de ativação foi ditada pela necessidade de conseguir uma melhor desinfecção antes da obturação dos sistemas de canais radiculares. Exemplos de novas técnicas de ativação introduzidas em tempos mais recentes são a ativação sónica, ativação ultrassónica e irrigação ativada por laser (Hage *et al.*, 2019).

Como claramente ilustrado por Tashkandi e Alghamdi, 2022, ao longo dos anos desenvolveram-se muitas técnicas para ativar/agitar a solução de irrigação.

Podem distinguir-se dois grandes grupos: agitação manual e agitação assistida por dispositivos motorizados. A primeira inclui irrigação convencional por seringa, agitação manual dinâmica (MDA) e microescovas endodônticas. Por outro lado, em relação à ativação mecanizada, há uma grande evolução de diferentes sistemas: dispositivos de pressão alternada como EndoVac e Rinsendo, ativação sónica, ultrassónica, irrigação contínua durante a instrumentação, agitação de limas rotatórias, e finalmente a ativação por laser.

2.3 AGITAÇÃO MANUAL: NSI E MDA

A irrigação por seringa e agulha (NSI) é considerado o standard clínico convencional e é também conhecida como a técnica de irrigação por pressão positiva. Pode ser feita uma distinção entre dois modelos de abertura da ponta da agulha associada à seringa. A primeira consiste numa agulha aberta que facilita o fluxo direto de irrigante através da ponta. A segunda consiste numa agulha fechada com uma saída lateral que proporciona o fluxo do irrigante através de um ou mais lados. Nas abertas o irrigante não poderá atingir mais de 1 mm para além da ponta da agulha quando a dimensão apical estiver preparada para o tamanho 30 e é importante que a agulha seja 2-3 mm mais curta do que o CT para evitar a extrusão do irrigante. Recomenda-se a utilização de agulhas de pequeno diâmetro que vão desde o calibre 27 até ao calibre 31. As de calibre 30, que correspondem ao calibre 35 utilizado nas limas durante a instrumentação, são considerados a norma. A agitação manual dinâmica (MDA) é conseguida através de movimentos verticais de entrada e saída da agulha de irrigação, do cone principal de guta-percha ou do movimento de agitação das limas endodônticas. Estes podem facilitar a penetração do irrigante ao longo de todo o canal radicular, produzindo um efeito hidrodinâmico (Tashkandi e Alghamdi, 2022)

2.4 AGITAÇÃO SÓNICA: EDDY® E ENDOACTIVATOR®

A ponta EDDY® (VDW, Munique, Alemanha) identifica-se como um dispositivo sónico acionado por um escalador de ar a uma alta frequência, aproximadamente de 6000 Hz. A EDDY® tem uma ponta descartável de poliamida não cortante, que impede o corte de dentina no interior do canal radicular. A vibração produzida é transferida para esta ponta bastante flexível, que vai sofrer um movimento oscilatório de alta amplitude. O movimento tridimensional promove assim uma libertação muito eficaz, o que promove um efeito de limpeza como a cavitação e o fluxo acústico na solução de irrigação. (Ince Yusufoglu *et al.*, 2020).

O Endoactivator® (Dentsply, Tulsa, OK) é um dispositivo elétrico que opera sobre frequência de 33, 100 e 167 Hz, com frequência de vibração de 160, 175 e 190 Hz, respetivamente. O instrumento emprega pontas de polímeros com três diferentes tamanhos (15.02, 25.04, 35.04) para agitar o irrigante no canal radicular e potencialmente diminuir os riscos ligados ao uso de instrumentos ultrassónicos com pontas metálicas

(Bryce *et al.*, 2017).

As pontas utilizadas neste sistema de irrigação não vão cortando a dentina e por isso foi considerado um método de ativação de irrigantes de segurança (Genc Sen e Kaya, 2017).

2.5 IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA “PUI”

Para um instrumento ser classificado como instrumento ultrassônico, a frequência vibratória deve superar os 20 kHz. A maioria dos destartarizadores ultrassônicos dentários oscilam entre frequências de 25 e 30 kHz, e por isso podem ser facilmente adaptados para agitar NaOCl, EDTA ou outras soluções de irrigação. A maioria dos aparelhos ultrassônicos modernos são unidades piezoelétricas, nas quais a ação da ponta é linear, criando uma ação tipo pistão ou de toque dentro da solução de irrigação. A solução pode ser colocada no canal e depois agitada ou pode haver uma entrega contínua do irrigante. Em ambos os casos a ponta não deve tocar nas paredes, pelo que o efeito é passivo (Walsh e George, 2017).

As altas e baixas amplitudes da energia ultrassônica provocam um fluxo acústico e um efeito de cavitação na ponta do instrumento, quando isso é ativado dentro das soluções irrigantes no canal radicular, o que faz com que as partículas se desloquem num movimento de vórtice, resultando na transmissão de fluidos da extremidade apical para a extremidade coronal (Attavar e Hegde, 2021).

As explosões e implosões resultantes produzem stress de corte, que pode destruir fisicamente os biofilmes e danificar os microrganismos (Walsh e George, 2017).

Os principais fatores que influenciam a eficácia antimicrobiana contra as bactérias responsáveis pelas patologias endodônticas são: duração da irrigação, tipo de solução irrigante utilizada, volume e concentração da solução de irrigação e potência do aparelho ultrassônico.

A PUI juntamente com NaOCl, seguida de CHX, reduz a contagem de *Enterococcus faecalis* dentro do SCR em comparação com a única ativação ultrassônica (Alves *et al.*, *cit. in* Attavar e Hegde, 2021).

2.6 ROTARY FILE AGITATION: ENDO XP FINISHER®

A criação do XP-Endo Finisher® foi obra da FKG Dentaire, Suíça. É um instrumento composto por uma liga altamente flexível de nickel titânio (NiTi) MaxWire, que pode funcionar em duas fases, Austenítica e Martensítica. Em temperatura ambiente é reta, mas colocada dentro do canal a temperatura corporal, a porção apical expande-se e toma uma forma de colher, adaptando-se à anatomia do canal radicular. As suas características são uma ponta não ativa de tamanho 25 e uma conicidade de zero. Possui uma grande capacidade de expansão e pode atingir até 6 mm de diâmetro. Esta lima atinge também regiões não contaminadas dentro do canal radicular e acaba por remover a dentina ou alterar a forma do canal. Um estudo recente concluiu que XP-Endo Finisher com um protocolo de irrigação adequado não conseguiu limpar a área apical dos canais radiculares dos detritos (Tashkandi e Alghamdi, 2022).

2.7 IRRIGAÇÃO ATIVADA POR LASER “LAI”

Os lasers emitem energia fotônica que nos últimos tempos tem sido utilizada para ativar soluções de irrigação, mostrando um grande potencial para melhorar a desinfecção e proporcionar uma maior acessibilidade às zonas do SCR anteriormente inacessíveis (Korkut *et al.*, 2018).

Os métodos típicos do LAI incluem o fluxo fotoacústico induzido por fotões (PIPS) e o fluxo fotoacústico com emissão reforçada por ondas de choque (SWEEPS). Ambos emitem impulsos laser de érbio Er:YAG com um comprimento de onda típico de 2940 nm para a câmara pulpar através de uma ponta de fibra, posicionada à entrada do canal durante a ativação, sem a necessidade de uma inserção profunda. Esta é uma vantagem da técnica LAI (Su *et al.*, 2020).

O tratamento é baseado na entrega de impulsos de laser de érbio no canal contendo líquido (neste caso a solução irrigante) através da ponta da fibra. A luz laser é altamente absorvente em água, levando a uma ebulição explosiva que induz bolhas de cavitação.

A limpeza da superfície canalar é realizada pelo fluxo de fluido gerado quando as bolhas se expandem e colapsam perto das paredes do SCR.

Este fenómeno que cria bolhas que colidem nas superfícies do canal é assim chamado “fenómeno de cavitação”. Com a técnica PIPS, como a ponta de fibra é retida na porção coronal da cavidade de acesso, explosões muito curtas de baixa energia laser são direcionadas para o canal para fazer correr o irrigante através de todo o SCR. Esta técnica resulta numa irrigação muito mais profunda que os métodos tradicionais (seringa e

agulha, ativação ultrassônica), podendo atingir canais laterais e outras estruturas periféricas mesmo no terço apical do canal radicular, devido ao mecanismo de vorticidade do líquido e às oscilações induzidas pelas bolhas de vapor explosivas (Lukač e Jezeršek, 2018).

SWEEPS é uma inovação do PIPS, em que um par de impulsos laser secundários sincronizados é entregue para melhorar as ondas de choque. Este impulso secundário leva ao colapso da bolha primária, o que resulta num aumento da força exercida nas paredes do canal, resultando num aumento da remoção de detritos (Natanasabapathy *et al.*, 2021).

A dinâmica da criação e do colapso da bolha na ponta da fibra é ilustrada na Fig.5.

O impulso único do PIPS em modalidade de “super short pulse” (SSP) com duração de 50 μ sec, é substituído em SWEEPS por dois micro-impulsos laser em modalidade “ultra-curto” com duração de 25 μ sec, separados por um atraso de tempo ótimo. O primeiro micro-impulso cria a bolha primária, enquanto o segundo (que ocorre imediatamente antes do colapso espontâneo da bolha primária) aumenta a pressão e assim acelera o colapso da bolha primária. Isto assegura uma maior emissão de ondas de choque e uma melhoria no efeito de limpeza em comparação com o modo SSP convencional.

A última modalidade a ser desenvolvida foi a AutoSWEEPS, para gerar automaticamente os atrasos clinicamente ideais entre um impulso e o outro, num tempo entre 300 e 600 μ sec (Jezeršek *et al.*, 2019).

Uma vez que a energia fotónica do laser NIR (Near Infrared) pode ser absorvida por cromóforos como a melanina, apenas os microrganismos pigmentados serão suscetíveis à inativação direta por laser. Além disso, um efeito microbicida indireto ocorrerá devido a danos fototermiais.

No entanto, o sobreaquecimento e o derretimento das paredes do canal radicular são uma desvantagem da utilização de lasers em ambientes secos (Anagnostaki *et al.*, 2020).

2.8 TERAPIA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA “aPDT”

A aplicação de laser em terapia endodôntica desenvolveu-se ainda mais através da terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) e foi adoptada como alternativa adjuvante. Esta

técnica consiste num fotossensibilizador (PS) que é aplicado no interior do canal radicular e após um determinado tempo de incubação, é irradiado por uma fonte de luz, cujo comprimento de onda coincide com a banda de absorção máxima do PS. Na presença de oxigénio, ocorre uma reação que leva à produção de espécies reativas de oxigénio (ROS) e de oxigénio mono-t (O₂), um processo que provoca danos nas células microbianas. Os benefícios desta técnica são o largo espectro de microrganismos afetados, a ausência de espécies fotossensíveis após múltiplas aplicações e danos mínimos no tecido hospedeiro (Anagnostaki *et al.*, 2020).

Além disso, o resultado do tratamento é independente da resistência aos antibióticos dos microrganismos e a seletividade desta abordagem depende do tempo de incubação (Anagnostaki *et al.*, 2020).

“O tempo decorrido entre a entrega do PS no SCRs e a fotoativação efetiva é denominado ‘tempo de pré-irradiação’ (Trindade *et al.* 2015). O tempo de pré-irradiação é um fator chave no PDT, pois permite que o PS penetre através da dentina e exerça o seu efeito antibacteriano e ajuda a manter o PS dentro da bactéria, permitindo uma maior absorção de luz” (Plotino *et al.*, 2018).

III. DISCUSSÃO

Para desempenhar a sua função, a solução de irrigação deve estar em contacto com ambos os tecidos, sobre os quais deve agir, com o objetivo de os microrganismos serem destruídos.

De acordo com *Dioguardi et al., 2019*, é importante que as substituições de irrigação sejam frequentes, se não contínuas, pois permitem melhores resultados, considerando o efeito tampão devido à perda de cloro da dentina e os espaços estreitos da microanatomia canal. Outro fator chave para a eficácia das soluções de irrigação é o seu tempo de ação.

Após vários estudos sobre a utilização do laser Er:YAG e a sua grande validade em termos de decontaminação do SCR, existe hoje um consenso que relata que a combinação de radiação laser e irrigantes (LAI) oferece uma limpeza superior do SCR, aumentando a permeabilidade, abrindo os túbulos dentinários e atingindo os canais laterais, o que não é possível com a desinfecção convencional com EDTA e irrigantes (*Todea et al., 2018*).

No seu estudo, *Genc Sen e Kaya, 2017*, pretendem avaliar a segurança dos diferentes métodos de irrigação com NaOCl durante o protocolo final de irrigação em canais radiculares excessivamente instrumentados. A extrusão de NaOCl para além do forame apical pode facilmente ocorrer em dentes com foramen apical de grande calibre ou constrições apicais destruídas devido à sobre-instrumentação ou reabsorção do canal radicular, causando o assim chamado “acidente de hipoclorito de sódio”, que pode causar danos graves como queimaduras químicas, necrose, equimose, complicações neurológicas temporárias ou permanentes e mesmo obstrução respiratória superior.

Dentro dos limites deste estudo in vitro, os resultados sugerem que NSI, EA e LAI são igualmente seguros quando o nível de instrumentação é mantido a uma distância de 0,5 mm do forame apical. O risco de extrusão permanece o mesmo quando a irrigação é efetuada com agulha e seringa, independentemente do nível de preparação.

No entanto, a sobre-instrumentação aumenta a quantidade de extrusão, particularmente quando o irrigante é ativado com LAI ou EA.

Peeters et al., 2018 conduziram um estudo in vivo no qual uma combinação de meio de contraste radiopaco foi utilizado para observar o ápice e o irrigante a nível apical.

A avaliação radiográfica da extrusão da solução de irrigação radiopaca durante a PUI e

LAI (Er,Cr:YSGG) confirmou que não foi detectado nenhum agente de contraste nos tecidos periapicais, ou seja nenhuma extrusão do irrigante para além da constrição apical, em dentes com qualquer condição de raiz ou tecido periapical.

Outro aspeto importante a ser considerado é a geração de pressão exercida dentro do canal, especialmente a nível apical, durante a irrigação.

Existe uma limitação de estudos em relação à geração de pressão com o LAI.

Peeters e De Moor, *cit. in Vidas et al., 2019*, mostraram que a magnitude das mudanças de pressão no canal radicular com LAI convencional (Er,Cr:YSGG) a 0,75W era significativamente inferior comparada à potência de 1,75W, independentemente do desenho da ponta de fibra e das soluções de irrigação utilizadas (NaOCl ou EDTA). Quanto mais próxima do ápice estiver a ponta, maior será a pressão.

Quando comparadas, as pressões geradas fora do foramen apical durante Er:YAG, LAI e NSI foram baixas colocando a ponta a 5 e 10 mm do foramen apical. Na altura em que a ponta foi colocada a 2 mm Er:YAG LAI (30 mJ-10 pps), a pressão era a mesma que na irrigação ativada por ultrassons, mas era inferior ao LAI a 70 mJ. Ambas as pressões eram significativamente inferiores ao NSI ($p < 0,05$) (Yao *et al., cit. in Vidas et al., 2019*).

A frequência de impulso foi o único fator que afetou significativamente todos os parâmetros examinados (o número, diâmetro e velocidade) da cinética da bolha de vapor, juntamente com a pressão periapical (Kouno *et al., 2020*).

Galler *et al., 2019* pensaram avaliar a capacidade de penetração do irrigante nos túbulos dentinários. Aplicando um protocolo final de irrigação que envolvia alternadamente NaOCl, água ultrapura, EDTA e NaOCl, eles procederam ao preenchimento do canal com azul de metileno a 1% e ativaram-no com MDA, PUI, EDDY, PIPS e SWEEPS. As diferenças entre os grupos de teste foram negligenciáveis nas secções coronal e média, onde a MDA obteve efeitos semelhantes ao EDDY, PUI, PIPS e SWEEPS. Contudo, as diferenças tornaram-se evidentes nas secções apicais, onde a ramificação e os canais laterais são mais comuns.

A ativação da irrigação aumentou a penetração apical da solução irrigante, onde o PIPS foi associado a segmentos de penetração mais profundos, seguido por EDDY e PUI. Por outro lado, SWEEPS não mostrou qualquer benefício em comparação com a MDA.

O objetivo do estudo realizado por *Mancini et al., 2021*, foi comparar a remoção da *smear layer* a 1, 3, 5 e 8 mm do ápice, após ativação final do irrigante com EA, PUI, PIPS e SWEEPS. Os resultados foram observados com a ajuda do FESEM, uma ferramenta altamente precisa no fornecimento de informação a um nível de ampliação de 1000X. (Fig. 6)

Verificou-se que, a 1 mm, apenas o PIPS e SWEEPS tiveram um melhor desempenho. Estes alcançaram melhores resultados de limpeza do que a EA, enquanto apenas o PIPS foi superior ao PUI em termos de limpeza (em acordo com o estudo de *Galler et al., 2019*, anteriormente relatado). Resultados que também foram confirmados por *Ozbay e Erdemir, 2018*, em que a técnica PIPS com laser Er:YAG foi o método mais eficiente de remover a *smear layer*, independentemente da solução utilizada.

Wen et al., 2021, mostraram que o aumento do calibre do canal de #10 para #25 melhorou o efeito bactericida do PIPS; ao contrario, o aumento da conicidade do canal de 0,02 para 0,06 com calibre #25 não afetou os efeitos bactericidas do PIPS.

O PIPS eliminou um maior número de microrganismos em amostras com conicidade e calibres menores do que o NSI. Em conclusão, afirmaram que PIPS pode ser utilizado para limpar a *smear layer* na região coronal e abrir melhor os túbulos dentinários.

De acordo com *Wen et al., 2021*, *Eldeeb et al., 2021*, também concordaram que a utilização da ativação PIPS no protocolo de irrigação final melhorou a remoção da *smear layer*, no entanto, relativamente à penetração do selante nos túbulos dentinários, afirmaram que a conicidade do canal deve ser de pelo menos de 6% para poder melhorar o efeito da PIPS, ou seja, deve-se realizar um aumento de conicidade durante a instrumentação do terço apical. Isto pode ser explicado pelo facto que naquela área chega um menor volume de irrigação. No terço apical o diâmetro dos túbulos dentinários è menor e a há uma prevalência de dentina esclerótica que pode também dificultar a desinfecção, necessitando assim de uma maior conicidade.

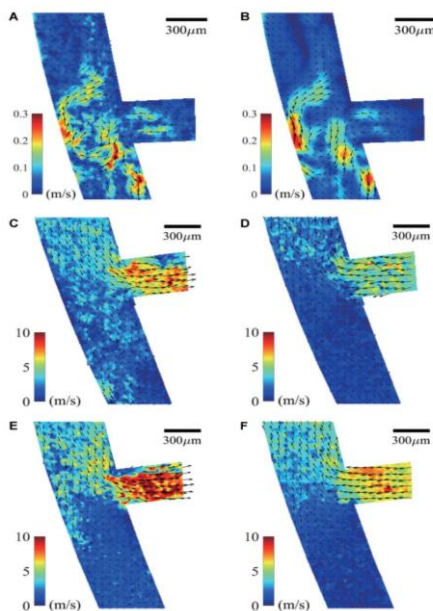
Um dos principais desafios após a colocação de uma medicação intracanal (MIC) é a sua remoção completa. O método mais comum utilizado para remover a MIC do canal radicular envolve a utilização de instrumentos manuais ou mecânicos com irrigação por seringa e agulha. Esta etapa é desejável para obter uma boa obturação dos canais

radiculares, uma vez que o MIC residual interfere com a penetração do material obturador nos túbulos dentinários.

O estudo laboratorial realizado por Özlek *et al.*, 2020, realizado em pré-molares mandibulares monoradiculares, foi concebido para estudar a penetração e aderência do Guttaflow Bioseal nos túbulos dentinários após a remoção de dois MIC (mTAP e CHX) com três estratégias de irrigação: NSI, agitação sônica e LAI.

Os resultados mostraram que LAI (Er,Cr:YSGG) aumentou significativamente a penetração do selante e a sua resistência ao deslocamento comparado com a agitação sônica e NSI, enquanto que o tipo de MIC utilizado era irrelevante. A microscopia confocal foi utilizada por ser um método fácil e eficaz para visualizar e quantificar a penetração do selante baseando-se na fluorescência.

Fig. 7 Campo de velocidade na região da junção do canal (Su *et al.*, 2020).



Nas imagens velocimétricas realizadas no estudo de Su *et al.*, 2020, foi utilizado um bloco de acrílico para simular um canal principal curvo (tamanho apical #30/0.04) e dois canais laterais rectos, em que o canal lateral inferior estava aproximadamente a 6 mm do foramen apical (Fig.7).

Como podemos observar nas imagens A e B, a UAI ativa persistentemente um campo de fluxo em forma de turbulência, que tem grande dificuldade em penetrar na estrutura lateral do canal. Em contraste, o campo de fluxo induzido por PIPS (C-D) e SWEEPS (E-F) no SCR caracteriza-se principalmente por um modo de "respiração", em que o irrigante entra e sai tanto do canal principal como do canal lateral de uma forma periódica, proporcionando uma melhor limpeza desta área de difícil acesso.

A dinâmica do movimento do irrigante também foi estudada num degrau, zona que pode

ser criada acidentalmente durante a instrumentação manual ou mecânica do canal, mais uma vez é difícil para o irrigante penetrar bem se isso não for removido adequadamente.

Dentro dos limites de um estudo realizado em modelos de canais curvos por *Aung et al., 2020*, o LAI gerou altas velocidades de fluxo na área apical para além do degrau, em comparação com a UAI e SI. A maior velocidade observada foi LAI 30 mJ/20 pps e portanto estes resultados sugerem o uso do LAI no desbridamento dessas áreas inacessíveis. Seria necessário realizar mais estudos para uma compreensão completa da dinâmica dos fluidos e da eficácia do desbridamento nos canais radiculares com degraus.

Natanasabapathy et al., 2021, realizaram uma meta-análise sobre a remoção de AHTD das raízes mesiais dos molares mandibulares. Os três grupos LAI tiveram melhores resultados do que todas as outras técnicas de ativação de irrigantes.

Contudo, esta evidência baseia-se num número limitado de estudos in vitro e são necessários mais estudos clínicos para clarificar as vantagens ou superioridade do LAI em relação à irrigação convencional.

IV. CONCLUSÃO

A instrumentação químico-mecânica seguida da ativação de NaOCl através dispositivos como UAI ou LAI mostrou ser eficaz na erradicação do biofilme bacteriano e da *smear layer* dentro de SCRs com anatomia mais ou menos complexa, demonstrando-se claramente superior às técnicas de irrigação convencionais como MDA e NSI. Portanto podemos afirmar que a agitação permite que a solução irrigante possa penetrar muito mais em profundidade, mesmo em zonas menos acessíveis, do que as técnicas tradicionais, permitindo uma maior desinfecção e, conseqüentemente, obturação e sucesso terapêutico.

O facto de os dispositivos ultrassônicos serem mais difusos, relativamente baratos e seguros de utilizar, torna a UAI muito mais provável de ser incorporada na prática clínica diária do que a LAI, que é mais cara, bastante recente e requer treino específico para a sua correta utilização. Concluindo, os avanços recentes como a UAI e a LAI são ferramentas promissoras que necessitam de mais investigação clínica para provar a sua eficiência.

V.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anagnostaki, E. *et al.* (2020). Systematic Review on the Role of Lasers in Endodontic Therapy: Valuable Adjunct Treatment? *Dentistry journal*, 8(3).

Attavar, S. H. and Hegde, M. N. (2021). Effect of Irrigants and Irrigating Devices on Disinfection of Root Canal System: A Systematic Review. *Journal of Advanced Oral Research*, 12(2), pp. 181–186.

Aung, N. *et al.* (2020). Fluid Movement in the Apical Area Beyond the Ledge During Er:YAG Laser-Activated Irrigation: A Particle Image Velocimetry Analysis. *Photobiomodulation, photomedicine, and laser surgery*. United States, 38(7), pp. 438–443.

Bryce, G. *et al.* (2018). The efficacy of supplementary sonic irrigation using the EndoActivator(®) system determined by removal of a collagen film from an ex vivo model. *International endodontic journal*. England, 51(4), pp. 489–497.

Dioguardi, M. *et al.* (2018). Endodontic irrigants: Different methods to improve efficacy and related problems. *European journal of dentistry*, 12(3), pp. 459–466.

Eldeeb, I. M. *et al.* (2021). Smear layer removal and sealer penetration with different tapers after using photon-initiated photoacoustic streaming technique. *Clinical oral investigations*. Germany, 25(8), pp. 5025–5032.

Galler, K. M. *et al.* (2019). Penetration depth of irrigants into root dentine after sonic, ultrasonic and photoacoustic activation. *International endodontic journal*. England, 52(8), pp. 1210–1217.

Genc Sen, O. and Kaya, M. (2018). Comparative Safety of Needle, EndoActivator, and Laser-Activated Irrigation in Overinstrumented Root Canals. *Photomedicine and laser surgery*. United States, 36(4), pp. 198–202.

Hage, W. *et al.* (2019). Impact of Different Irrigant Agitation Methods on Bacterial Elimination from Infected Root Canals. *Dentistry journal*, 7(3).

Huiz Peeters, H. *et al.* (2018). Extrusion of Irrigant in Open Apex Teeth with Periapical Lesions Following Laser-Activated Irrigation and Passive Ultrasonic Irrigation. *Iranian endodontic journal*, 13(2), pp. 169–175.

İnce Yusufoglu, S. *et al.* (2020). Comparison of apical debris extrusion using EDDY, passive ultrasonic activation and photon-initiated photoacoustic streaming irrigation activation devices. *Australian endodontic journal : the journal of the Australian Society of Endontology Inc.* Australia, 46(3), pp. 400–404.

Jezeršek, M. *et al.* (2020). Measurement of Pressures Generated in Root Canal During Er:YAG Laser-Activated Irrigation. *Photobiomodulation, photomedicine, and laser surgery*. United States, 38(10), pp. 625–631.

Korkut, E. *et al.* (2018). Antibacterial and Smear Layer Removal Efficacy of Er:YAG Laser Irradiation by Photon-Induced Photoacoustic Streaming in Primary Molar Root Canals: A Preliminary Study. *Photomedicine and laser surgery*. United States, 36(9), pp. 480–486.

Kouno, A. *et al.* (2020). Effect of Pulse Energy, Pulse Frequency, and Tip Diameter on Intracanal Vaporized Bubble Kinetics and Apical Pressure During Laser-Activated Irrigation Using Er:YAG Laser. *Photobiomodulation, photomedicine, and laser surgery*. United States, 38(7), pp. 431–437.

Lukač, M., Lukač, N. and Jezeršek, M. (2020). Characteristics of Bubble Oscillations During Laser-Activated Irrigation of Root Canals and Method of Improvement. *Lasers in surgery and medicine*, 52(9), pp. 907–915.

Lukač, N. and Jezeršek, M. (2018). Amplification of pressure waves in laser-assisted endodontics with synchronized delivery of Er:YAG laser pulses. *Lasers in medical science*, 33(4), pp. 823–833.

Mancini, M. *et al.* (2021). 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*, 21(1), p. 81.

Natanasabapathy, V. *et al.* (2021). Removal of accumulated hard tissue debris from mesial root of mandibular molars evaluated using micro-CT - a systematic review and network meta-analysis. *Evidence-based dentistry*. England.

Ozbay, Y. and Erdemir, A. (2018). Effect of several laser systems on removal of smear layer with a variety of irrigation solutions. *Microscopy research and technique*. United States, 81(10), pp. 1214–1222.

Özlek, E. *et al.* (2020). Dentinal Tubule Penetration and Dislocation Resistance of a New Bioactive Root Canal Sealer Following Root Canal Medicament Removal Using Sonic Agitation or Laser-Activated Irrigation. *European endodontic journal*, 5(3), pp. 264–270.

Plotino, G., Grande, N. M. and Mercade, M. (2019). Photodynamic therapy in endodontics. *International endodontic journal*. England, 52(6), pp. 760–774.

Su, Z. *et al.* (2020). Characteristics of the Irrigant Flow in a Simulated Lateral Canal Under Two Typical Laser-Activated Irrigation Regimens. *Lasers in surgery and medicine*. United States.

Tashkandi, N. and Alghamdi, F. (2022). Effect of Chemical Debridement and Irrigant Activation on Endodontic Treatment Outcomes: An Updated Overview. *Cureus*, 14(1), p. e21525.

Todea, D. C. M. *et al.* (2018). Scanning electron microscopy evaluation of the root canal morphology after Er:YAG laser irradiation. *Romanian journal of morphology and embryology = Revue roumaine de morphologie et embryologie*. Romania, 59(1), pp. 269–275.

Vidas, J. *et al.* (2020). Comparison of apical irrigant solution extrusion among conventional and laser-activated endodontic irrigation. *Lasers in medical science*. England, 35(1), pp. 205–211.

Walsh, L. J. and George, R. (2017). Activation of Alkaline Irrigation Fluids in Endodontics. *Materials (Basel, Switzerland)*, 10(10).

Wen, C. *et al.* (2021). The antibacterial efficacy of photon-initiated photoacoustic streaming in root canals with different diameters or tapers. *BMC oral health*, 21(1), p. 542.

VI. ANEXOS

FIGURAS



Fig. 1 Modificação do aspeto morfológico dos túbulos dentinários em relação à remoção de detritos (5000×) (Todea *et al.*, 2018).

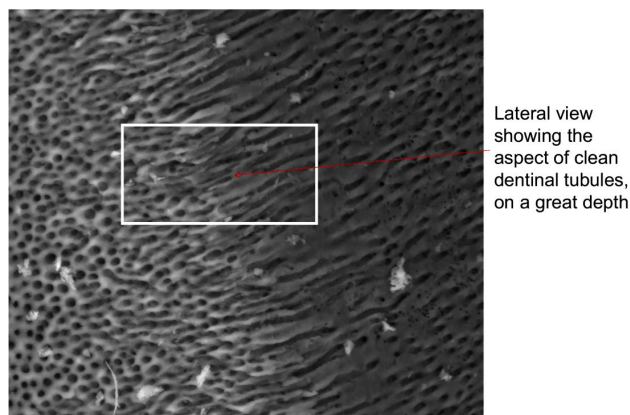


Fig. 2 Vista lateral nos túbulos dentinários mostrando os túbulos limpos e abertos na superfície da parede dentinal e também nas áreas mais profundas (1000×) (Todea *et al.*, 2018).

Evolução dos diferentes métodos de ativação do irrigante no tratamento endodôntico não cirúrgico: revisão narrativa

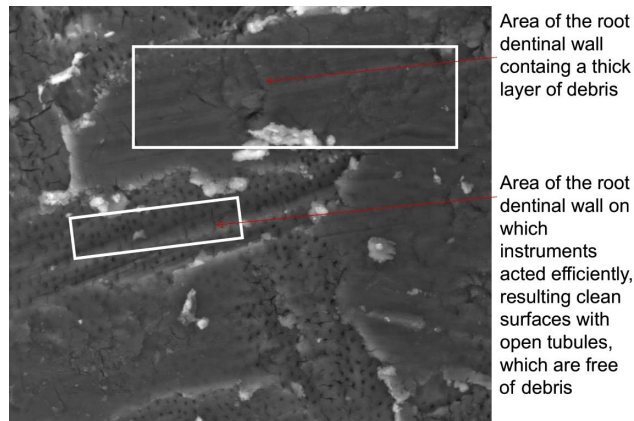


Fig. 3 Aspeto dos túbulos dentinários e da *smear layer* (1000×) (Todea *et al.*, 2018).

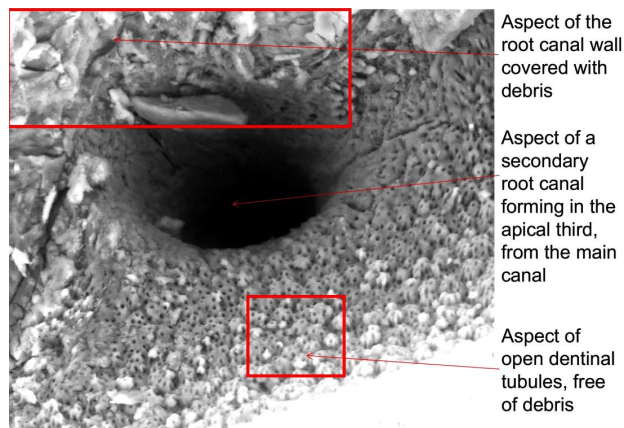


Fig. 4 Vista de um canal secundário e dos túbulos dentinários com identificação de detritos no interior (800×) (Todea *et al.*, 2018).

Evolução dos diferentes métodos de ativação do irrigante no tratamento endodôntico não cirúrgico: revisão narrativa

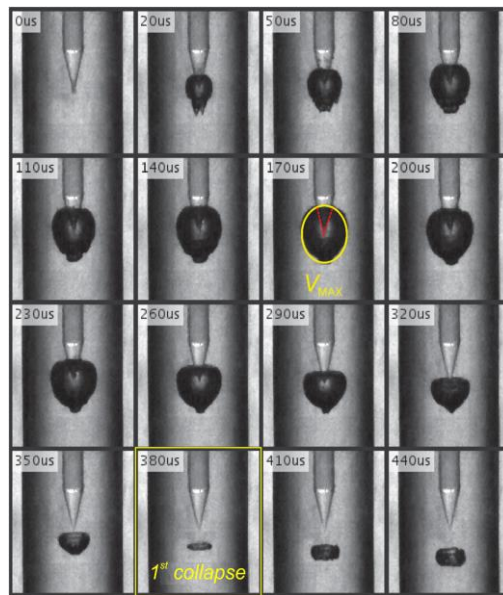


Fig. 5 Sequência típica de imagens adquiridas durante a geração de bolhas induzidas por laser no interior de um canal cilíndrico (Lukač *et al.*, 2020).

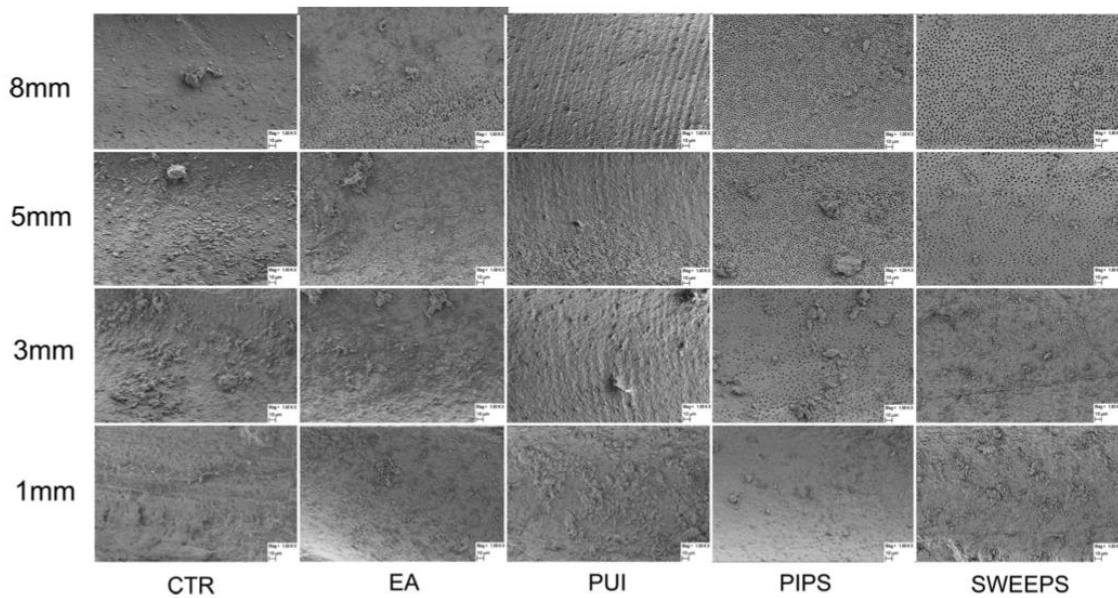


Fig. 6 Micrográfias 1000X de amostras do grupo de ativação tiradas a 1,3,5 e 8mm do ápice (Mancini *et al.*, 2021).

AUTORIZAÇÕES DE IMAGENS

Fig. 1, 2, 3 e 4



Irene Scropo <36588@ufp.edu.pt>

REQUEST FOR ARTICLE IMAGE AUTHORIZATION

Ruxandra Luca <dr.ruxandraluca@gmail.com>
Para: Irene Scropo <36588@ufp.edu.pt>

28 de abril de 2022 às 13:38

Dear Irene,

I attach you the full paper and you can use whatever image you need, as long as you will provide the source in your material.

Good luck and all the best!
dr. Ruxandra Luca Phd, DMS

On Wed, Apr 27, 2022 at 9:02 PM Irene Scropo <36588@ufp.edu.pt> wrote:

Hello,

This is Irene Scropo, an Italian dental student attending the last year at Fernando Pessoa University, Porto, Portugal. I would first like to congratulate you on your scientific work in endodontic research. I'm working on my dissertation on a very new topic, the use of lasers and irrigation activation techniques in root canal disinfection during non-surgical endodontic treatment.

I looked at the article "Scanning electron microscopy evaluation of the root canal morphology after Er:YAG laser irradiation", published on the Romanian Journal of Morphology and Embriology on May 14, 2018 and found on the PubMed browser. I was very excited to find good images like the one contained in that article. I would like to ask you how it would be possible to introduce into my thesis study, a narrative revision, the images referred to as:

- Figure 4 – Analysis of the root canal regarding all three parts: cervical third, middle third, apical third.
- Figure 5 – Modification on morphological aspect of dentinal tubules in relation with the removal of debris (5000x).
- Figure 6 – Lateral view on dentinal tubules showing clean and open tubules on the surface of dentinal wall but also in the deeper areas (1000x).
- Figure 8 – Secondary canal and dentinal tubules view with identification of the debris inside (800x).
- Figure 10 – Melted surface of the dentinal wall but most of dentin tubules are open and almost no debris are highlighted (2000x).
- Figure 11 – SEM (x5000) of root canal dentin walls for group 1 (control group): (a) Apical third – thick layer of debris covering the tubules; (b) Medium third – narrow tubules with smear layer; (c) Cervical third – the majority of the tubules are clean, the smear layer is less represented. SEM: Scanning electron microscopy.
- Figure 12 – SEM (x5000) of root canal dentin walls for group 2 (PIPS 300/14: 50 ms pulse, 10 mJ, 10 Hz, VSP mode, 10 s): (a) Some of the dentinal tubules are covered with debris – apical third; (b) The majority of the dentinal tubules are clean – medium third; (c) Clean surface and open dentinal tubules – cervical third. SEM: Scanning electron microscopy; PIPS: Photon-initiated photoacoustic streaming; VSP: Variable square pulse.
- Figure 13 – SEM (x5000) of root canal dentin walls for group 3 (PIPS 300/14: 50 ms pulse 20 mJ, 15 Hz, VSP mode, 10 s) showing clean and open dentinal tubules in all three areas of interest: (a) Apical third; (b) Medium third – clean tubules; (c) Cervical third. SEM: Scanning electron microscopy; PIPS: Photon-initiated photoacoustic streaming; VSP: Variable square pulse.

Thank you once again for listening to me.
Wishing you a good day,
Best greetings to you.

Irene Scropo

--
dr. Ruxandra Luca
+0740273589

DDS, PhD - Dentist • Oral surgeon • Lecturer at "Victor Babes" University of Medicine and Pharmacy Timisoara, Romania, Depart. of Oral Rehabilitation and Dental Emergencies

Scanning_electron_microscopy_evaluation_of_the_roo.pdf
7962K

Evolução dos diferentes métodos de ativação do irrigante no tratamento endodôntico não cirúrgico: revisão narrativa

Fig. 5

CCC Marketplace™

This is a License Agreement between Irene Scropo ("User") and Copyright Clearance Center, Inc. ("CCC") on behalf of the Rightsholder identified in the order details below. The license consists of the order details, the CCC Terms and Conditions below, and any Rightsholder Terms and Conditions which are included below. All payments must be made in full to CCC in accordance with the CCC Terms and Conditions below.

Order Date	12-Apr-2022	Type of Use	Republish in a thesis/dissertation
Order License ID	1210199-1	Publisher Portion	JOHN WILEY & SONS, INC. Image/photo/illustration
ISSN	1096-9101		

LICENSED CONTENT

Publication Title	Lasers in surgery and medicine	Publication Type	e-Journal
Article Title	Characteristics of Bubble Oscillations During Laser-Activated Irrigation of Root Canals and Method of Improvement.	Start Page	907
Author/Editor	American Society for Laser Medicine and Surgery.	End Page	915
Date	01/01/1996	Issue	9
Language	English	Volume	52
Country	United States of America	URL	http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1096-9101
Rightsholder	John Wiley & Sons - Books		

REQUEST DETAILS

Portion Type	Image/photo/illustration	Distribution	Other territories and/or countries
Number of images / photos / illustrations	1	Enter territories/countries	Europe
Format (select all that apply)	Print, Electronic	Translation	Original language plus one translation
Who will republish the content?	Academic institution	Copies for the disabled?	No
Duration of Use	Life of current and all future editions	Minor editing privileges?	No
Lifetime Unit Quantity	Up to 499	Incidental promotional use?	No
Rights Requested	Main product	Currency	EUR

NEW WORK DETAILS

Title	Métodos complementares de desinfecção do sistema de canais radiculares no tratamento endodôntico não cirúrgico - Revisão Narrativa	Institution name	Universidade Fernando Pessoa
Instructor name	Natália Vasconcelos	Expected presentation date	2022-06-15

ADDITIONAL DETAILS

The requesting person / organization to appear on the license	Irene Scropo
---	--------------

REUSE CONTENT DETAILS

Title, description or numeric reference of the portion(s)	Fig. 3. Typical sequence of acquired images during laser bubble generation inside the cylindrical canal.	Title of the article/chapter the portion is from	Characteristics of Bubble Oscillations During Laser-Activated Irrigation of Root Canals and Method of Improvement.
Editor of portion(s)	Lukač, Matjaž; Lukač, Nejc; Jezeršek, Matja	Author of portion(s)	Lukač, Matjaž; Lukač, Nejc; Jezeršek, Matja
Volume of serial or monograph	52	Publication date of portion	2020-11-01
Page or page range of portion	907-915		

Evolução dos diferentes métodos de ativação do irrigante no tratamento endodôntico não cirúrgico: revisão narrativa

Fig. 6

REQUEST FOR ARTICLE IMAGE AUTHORIZATION

Manuele Mancini <manuele.mancini@uniroma2.it>
A: Irene Scropo <irene.scropo@gmail.com>

12 aprile 2022 20:35

Dear Irene,

Thank you for e-mail, plenty of good thoughts about the research my team and I lead on irrigation in endodontics. To date the one you choose it is the second last article of a series started on 2009, with Journal of Endodontics. I invite you to check if any other of them may help you.

It would be a pleasure to have our image in your thesis research, but I only ask you to clearly state where you did find it, reporting the exact reference data.

Regarding the end of your study journey, I wish you may get the best result.

In bocca al lupo

Manuele Mancini, PhD, DDS

manuele.mancini@uniroma2.it
University of Rome "Tor Vergata"
Viale Montpellier, 1
00133 Roma, Italy

Il giorno 10 apr 2022, alle ore 10:46, Irene Scropo <irene.scropo@gmail.com> ha scritto:

Hello,

This is Irene Scropo, an Italian dental student attending the last year at Fernando Pessoa University, Porto, Portugal. I would first like to congratulate you on your scientific work in endodontic research. I'm working on my dissertation on a very new topic, the use of lasers and irrigation activation techniques in root canal disinfection during non-surgical endodontic treatment.

I looked at your article "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", published on BMC Oral Health (and found on the PubMed browser), and I was very excited to find good images like those contained in your article.

I would therefore like to ask you whether it would be possible to introduce into my thesis study, a narrative revision, the image referred to as "Fig 1. 1000X micrographs of activation group specimens taken at 1,3,5 and 8mm from the apex" of the aforementioned article published on 22 February 2021.

Thank you once again for listening to me.
Wishing you a good day,
Best greetings to you.
Grazie mille

Irene Scropo

Evolução dos diferentes métodos de ativação do irrigante no tratamento endodôntico não cirúrgico: revisão narrativa

Fig. 7



This is a License Agreement between Irene Scropo ("User") and Copyright Clearance Center, Inc. ("CCC") on behalf of the Rightsholder identified in the order details below. The license consists of the order details, the CCC Terms and Conditions below, and any Rightsholder Terms and Conditions which are included below.
All payments must be made in full to CCC in accordance with the CCC Terms and Conditions below.

Order Date	12-Apr-2022	Type of Use	Republish in a thesis/dissertation
Order License ID	1210201-1	Publisher Portion	JOHN WILEY & SONS, INC. Image/photo/illustration
ISSN	1096-9101		

LICENSED CONTENT

Publication Title	Lasers in surgery and medicine	Publication Type	e-Journal
Article Title	Characteristics of the Irrigant Flow in a Simulated Lateral Canal Under Two Typical Laser-Activated Irrigation Regimens	Start Page	587
		End Page	594
		Issue	4
		Volume	53
		URL	http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1096-9101
Author/Editor	American Society for Laser Medicine and Surgery.		
Date	01/01/1996		
Language	English		
Country	United States of America		
Rightsholder	John Wiley & Sons - Books		

REQUEST DETAILS

Portion Type	Image/photo/illustration	Distribution	Other territories and/or countries
Number of images / photos / illustrations	2	Enter territories/countries	Europe
Format (select all that apply)	Print, Electronic	Translation	Original language plus one translation
Who will republish the content?	Academic institution	Copies for the disabled?	No
Duration of Use	Life of current and all future editions	Minor editing privileges?	No
Lifetime Unit Quantity	Up to 499	Incidental promotional use?	No
Rights Requested	Main product	Currency	EUR

NEW WORK DETAILS

Title	Métodos complementares de desinfecção do sistema de canais radiculares no tratamento endodôntico não cirúrgico - Revisão Narrativa	Institution name	Universidade Fernando Pessoa
		Expected presentation date	2022-06-15
Instructor name	Natália Vasconcelos		

ADDITIONAL DETAILS

The requesting person / organization to appear on the license	Irene Scropo
--	--------------

REUSE CONTENT DETAILS

Title, description or numeric reference of the portion(s)	Velocity field in the junction region of the canal - Fig. 2, Fig. 3	Title of the article/chapter the portion is from	Characteristics of the Irrigant Flow in a Simulated Lateral Canal Under Two Typical Laser-Activated Irrigation Regimens
Editor of portion(s)	Su, Zheng; Li, Zhibo; Shen, Ya; Bai, Yuhao; Zheng, Ying; Pan, Chong; Hou, Benxiang	Author of portion(s)	Su, Zheng; Li, Zhibo; Shen, Ya; Bai, Yuhao; Zheng, Ying; Pan, Chong; Hou, Benxiang
Volume of serial or monograph	53		
Page or page range of portion	587-594	Publication date of portion	2021-04-15