

Bárbara Cristina Lopes Donato

**IMPORTÂNCIA DA MODELAGEM FORAMINAL NO TRATAMENTO
ENDODÔNTICO: uma revisão de literatura**

Bárbara Cristina Lopes Donato

**IMPORTÂNCIA DA MODELAGEM FORAMINAL NO TRATAMENTO
ENDODÔNTICO: uma revisão de literatura**

Monografia apresentada ao curso de especialização *Lato Sensu* da Faculdade Sete Lagoas- Facsete, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Endodontia.

Orientador: Me. João Paulo Drumond

Área de concentração: Endodontia

DONATO, Bárbara Cristina Lopes.

Importância da modelagem foraminal no tratamento endodôntico: uma revisão de literatura / Bárbara Cristina Lopes Donato - 2022.

42 f.

Orientador: João Paulo Drumond

Monografia (Especialização) – Faculdade Sete Lagoas – Facsete, 2022.

1. Forame apical. 2. Alargamento foraminal. 3. Preparo de canal radicular.

I. Título

II. Bárbara Cristina Lopes Donato

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por ser a base de todas minhas conquistas e superações.

Aos meus pais, meus avós, minha irmã Isabela e ao Lucas por sempre acreditarem nas minhas escolhas. Obrigada por todo apoio e incentivo!

Ao meu orientador, João Paulo Drumond, pela sabedoria e determinação no qual me orientou durante a realização deste trabalho, suas considerações foram fundamentais para construção deste.

Ao Héctor por todo conhecimento compartilhado e a todos os professores do curso de especialização, que através dos seus ensinamentos permitiram que eu pudesse hoje estar concluindo essa fase tão importante.

*O impossível está a um passo da nossa
superação, a partir do momento que nós
superamos algo, o impossível se realiza.*

(Sérgio Pinheiro)

RESUMO

Um dos principais objetivos do tratamento endodôntico é minimizar a quantidade de microrganismos e detritos patológicos do sistema de canais radiculares através do preparo químico-mecânico e da obturação tridimensional e hermética para selamento dos canais. No entanto, as características anatômicas do sistema formado pelos canais principais e secundários impossibilitam o acesso de instrumentos a todas as regiões infectadas, favorecendo a alta prevalência de biofilmes bacterianos. A persistência de biofilme remanescente na porção apical do canal e até na própria lesão periapical, tem contribuído para a proposta de ampliação do forame apical durante a instrumentação do canal radicular, como forma de remover efetivamente culturas de bactérias dos canais, favorecendo a desinfecção das paredes contaminadas e contribuindo para o reparo do tecido periapical. Diante desse contexto, o objetivo desse trabalho foi apresentar uma revisão de literatura sobre a importância da técnica de modelagem foraminal no tratamento endodôntico, abordando seu conceito, aplicações, relevância e sua relação com a dor pós-operatória. Ao final do trabalho, pode-se concluir que, mesmo promovendo pequena variação no diâmetro do forame apical e podendo levar a deformação foraminal, transporte do canal radicular, extrusão de material obturador, extravasamento de solução irrigadora e, possível, incidência de dor pós-operatória nas primeiras 48h, a modelagem foraminal é uma manobra importante, especialmente nos casos de polpa necrótica com periodontite apical, pois interfere na flora bacteriana apical, induzindo uma resposta biológica positiva.

Palavras-chave: Forame apical. Alargamento foraminal. Preparo de canal radicular. Biofilme. Microrganismos.

ABSTRACT

One of the main goals of endodontic treatment is to minimize the amount of microorganisms and pathological debris in the root canal system through chemical-mechanical preparation and three-dimensional and hermetic filling to seal the canals. However, the anatomical characteristics of the system formed by the main and secondary channels make it impossible for instruments to access all infected regions, favoring the high prevalence of bacterial biofilms. The persistence of biofilm remaining in the apical portion of the canal and even in the periapical lesion itself has contributed to the proposal to enlarge the apical foramen during root canal instrumentation, as a way of effectively removing bacterial cultures from the canals, favoring the disinfection of the walls. contaminated and contributing to the repair of periapical tissue. Given this context, the objective of this work was to present a literature review on the importance of the foraminal modeling technique in endodontic treatment, addressing its concept, applications, relevance and its relationship with postoperative pain. At the end of the work, it can be concluded that, even promoting a small variation in the diameter of the apical foramen and being able to lead to foraminal deformation, root canal transport, extrusion of filling material, extravasation of irrigating solution and, possible, incidence of post-operative pain During the first 48 hours, MF is an important maneuver, especially in cases of necrotic pulp with apical periodontitis, as it interferes with the apical bacterial flora, inducing a positive biological response..

Keywords: Apical foramen. Foraminal enlargement. Root canal preparation. Biofilm. Microorganisms.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Divisão didática do canal radicular	15
Figura 2 – Classificação das ramificações do SCR	16
Figura 3 – Anatomia do terço apical	16

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

#	lima manual número
Ca(OH) ₂	Hidróxido de cálcio
CDC	Canal dentino cementário
CR	Canal radicular
CT	Comprimento de trabalho
EDTA	Ácido etileno diamino tetracético
EVA	Escala visual analógica
IAI	Instrumento apical inicial
K	Kerr
MEV	Microscopia / Microscópio Eletrônico de Varredura
MF	Modelagem foraminal
Micro CT	Microtomografia Computadorizada
ml	Mililitro
mm	Milímetros
MTA	Agregado de trióxido mineral
NaOCl	Hipoclorito de Sódio
Ni-Ti	Níquel-titânio
P	Probabilidade de significância
PQM	Preparo químico-mecânico
®	Marca registrada
RC prep.	Root canal preparation cream
RPG	R-Pilot
SCR	Sistema de canais radiculares
TCM	Tomografia computadorizada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. PROPOSIÇÃO	13
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 Modelagem foraminal.....	18
3.2 Influência da MF na limpeza e reparo de lesões periapicais	20
3.3 Inconvenientes da modelagem foraminal	23
3.4 Associação da dor pós-operatória com a modelagem foraminal	25
5. DISCUSSÃO	29
6. CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

A Endodontia é considerada uma das mais complexas e minuciosas especialidades odontológicas, e, ao longo dos anos, vem se modificando, devido ao avanço tecnológico e desenvolvimento de pesquisas científicas, trazendo novos conceitos e técnicas, com a finalidade de melhorar as condições para alcançar o sucesso no tratamento endodôntico (CARVALHO et al., 2012). Este último tem por objetivo principal a reparação e/ou preservação dos tecidos periapicais, e depende, fundamentalmente, de uma descontaminação eficaz do sistema de canais radiculares (SCR), que se dá através do preparo químico-mecânico (PQM) e da obturação tridimensional e hermética para selamento dos canais, prevenindo, assim, o desenvolvimento das periapicopatias (MENDOZA et al., 2000; JAWAD et al., 2015; TOMSON; SIMON, 2016).

O PQM tem por objetivo eliminar bactérias do sistema de canais radiculares, através da limpeza, descontaminação e modelagem dos terços cervical, médio e apical, por meio do emprego da ação mecânica dos instrumentos endodônticos, da ação química de substâncias químicas auxiliares e da ação física do processo de irrigação-aspiração e criar um ambiente favorável para reparação (LOPES, SIQUEIRA JÚNIOR, 2015). Entretanto, em vista da complexidade anatômica do SCR com a existência de ramificações, canais laterais e istmos que contatam com o canal principal e abrigam bactérias organizadas em biofilmes, e à sua inacessibilidade, após a instrumentação mecânica, os remanescentes de tecido pulpar e detritos inorgânicos existentes permanecem nessas áreas e a ação das soluções irrigantes é incapaz de chegar a todas elas, o que pode levar ao insucesso do tratamento endodôntico (BERNABÉ et al., 2005; COHEN, HARGREAVES, 2011; CHAN et al., 2019).

O biofilme ou placa dentária é formado por uma massa concentrada e sólida, rica em polissacarídeos não calcificados e glicoproteínas salivares firmemente aglutinadas às faces dentárias ou a possíveis superfícies que estejam presentes na cavidade oral (GONÇALVES et al., 2010). Ao se estender às superfícies dos dentes, o biofilme apresenta-se como agente determinante de lesões cariosas e doenças englobando tecido gengival e o osso que circunda a raiz do dente,

podendo acarretar patologias mais severas e até a perda do elemento dentário (PIVOTTO et al., 2013).

Considerando a persistência de biofilme remanescente após uma instrumentação contida no canal dentinário, um grupo de pesquisadores, em busca de melhores caminhos para a limpeza e a desinfecção dos canais radiculares, preconizaram a técnica de modelagem foraminal (MF), esclarecendo que o alargamento do canal acima do tradicionalmente recomendado nos tamanhos apicais, deve ser uma forma de promover êxito na remoção efetiva de culturas bacterianas na região apical, terço diretamente relacionado a formação e permanência de periapicopatias apicais (SOUZA, 2006; COHEN, HARGREAVES, 2011; RODRIGUES et al., 2017).

A MF refere-se ao aumento mecânico intencional da região apical e forame durante a etapa de instrumentação do canal radicular, e, geralmente, a sobre instrumentação é de 1 mm além do 0 do localizador foraminal. E no caso de um elemento com lesão periapical, o PQM deve ser intensificado por causa da alta carga bacteriana (NAIR et al., 2005; SIQUEIRA JÚNIOR et al., 2012; PEREZ et al., 2018; ALBUQUERQUE et al., 2020).

De acordo com alguns autores (SAINI et al., 2016; YAYALALI et al., 2017; RODRIGUES et al., 2017; LOPES, SIQUEIRA JUNIOR, 2015), a MF é uma medida importante, principalmente, em casos de necrose pulpar e periodontite apical, visto que, nestes casos ocorre uma maior quantidade de microrganismos na porção mais apical do canal radicular (CR) que exigem a associação da ação mecânica do instrumento endodôntico e da ação química do agente irrigante. Além disso, Brandão *et al.* (2019), ressalta que a MF está associada a maiores percentuais de cicatrização periapical, principalmente quando há presença de lesões periapicais crônicas.

No entanto, a limpeza do forame através da MF ainda não é procedimento adotado rotineiramente na clínica endodôntica e uma das razões para isso é o receio de causar trauma aos tecidos periapicais e conseqüentemente dor pós-operatória (BEESON et al., 1998; TINAZ et al., 2005; ELAYOUTI et al., 2011; BORGES et al., 2011; SILVA, 2011; GONZÁLEZ SANCHEZ et al., 2012).

Diante do contexto apresentado, o presente trabalho trata-se de uma revisão de literatura sobre a importância da modelagem foraminal, e justifica-se devido ao

fato de ser um tema de debate e de grande interesse para pesquisadores e clínicos na relação do sucesso da terapia endodôntica, uma vez que o efeito mecânico consequente da instrumentação além da constrição apical sobre sua forma ainda é motivo de controvérsia na literatura. Entretanto, poucas pesquisas experimentais foram realizadas sobre as consequências da instrumentação do canal cementário ou a melhor maneira de realizá-la. Além disso, outros aspectos que ainda deixam dúvidas estão relacionados à verificação da influência dessa técnica na limpeza do canal radicular, em sua desinfecção, no extravasamento de detritos ou material obturador, na dor pós-operatória e/ou edema e, principalmente, no índice de sucesso do tratamento endodôntico.

2 PROPOSIÇÃO

Este trabalho se propôs a apresentar uma revisão de literatura sobre a importância da técnica de modelagem foraminal no tratamento endodôntico, abordando seu conceito, aplicações, relevância e sua relação com a dor pós-operatória.

3 REVISÃO DE LITERATURA

O tratamento dos canais radiculares é um procedimento comum na prática odontológica, cujo principal objetivo é prevenir ou eliminar a infecção no SCR, apresentando, assim, três etapas fundamentais, sendo elas: o preparo químico-mecânico, a medicação intracanal (quando necessário) e a obturação do sistema de canais radiculares (SOUZA et al., 2005; SIQUEIRA JÚNIOR et al., 2012; DONYAVI et al., 2016). Entretanto, devido à complexidade anatômica do SCR, principalmente do terço apical, e à inacessibilidade dos instrumentos endodônticos nas áreas infectadas, o PQM é dificultado e, muitas vezes, o objetivo não é alcançado de forma satisfatória (BAUGH, WALLACE, 2005).

Didaticamente o canal radicular é dividido em terços – cervical, médio e apical (figura 1) – e biologicamente é dividido de acordo com o tecido que reveste internamente o canal – dentina ou cimento.

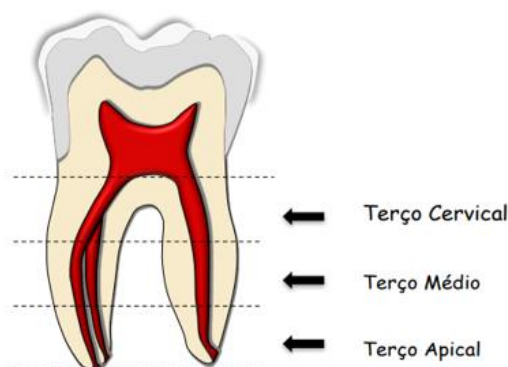


Figura 1 – Divisão didática do Canal radicular
Fonte: Gomes Filho et al., 2020, p. 04.

O canal radicular pode apresentar uma rede complexa de ramificações, que são vias de comunicação entre a polpa e o ligamento periodontal, podendo estas serem grandes ou pequenas, únicas ou múltiplas e ocorrerem em qualquer ponto da raiz (MACHADO et al., 2007). Estas ramificações são classificadas em: canal principal, canal colateral ou bifurcado, canal lateral ou adventício, canal secundário, canal acessório, intercanal ou interconduto, canal recorrente, canais reticulares, delta apical e canal cavo inter-radicular (figura 2) (CARVALHO et al., 2005; MELO, LIMA, 2008).

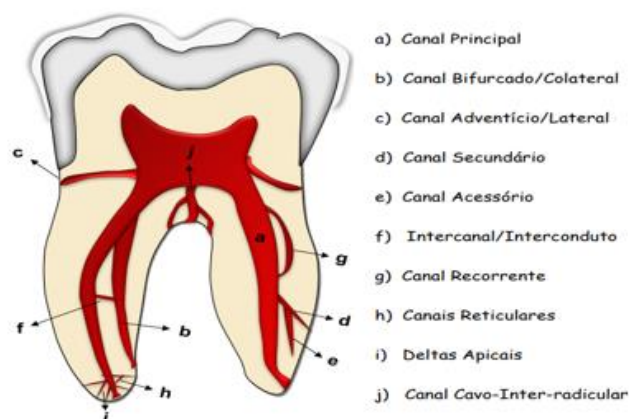


Figura 2 – Classificação das ramificações do SCR
 Fonte: Gomes Filho et al., 2020, p. 05.

A anatomia radicular do terço apical é composta pelo forame menor, também denominado de constrição apical, e pelo forame maior (figura 3) (LOPES, SIQUEIRA JÚNIOR, 2015; LASLAMI et al., 2018). O ponto de constrição apical foi descrito como a porção mais estreita do canal e representa o local em que a polpa e o tecido periodontal se limitam, determinando o ponto de união entre ambos os canais, denominado de limite CDC (canal dentino cementário) (LOPES, SIQUEIRA JÚNIOR, 2015). O forame maior, também conhecido como forame apical ou ápice radicular, apresenta-se como uma circunferência no fim do canal radicular e constitui a sua saída da raiz (LOPES, SIQUEIRA JÚNIOR, 2015). Além de possuir um diâmetro maior que a constrição apical, o localizador foraminal determina o ponto 0 dentro do CDC, ou seja, pode ser desde a constrição até o forame maior, podendo ocorrer uma sub-instrumentação 0,5 – 1,5 mm (LASLAMI et al., 2018; VERSIANI et al., 2016).

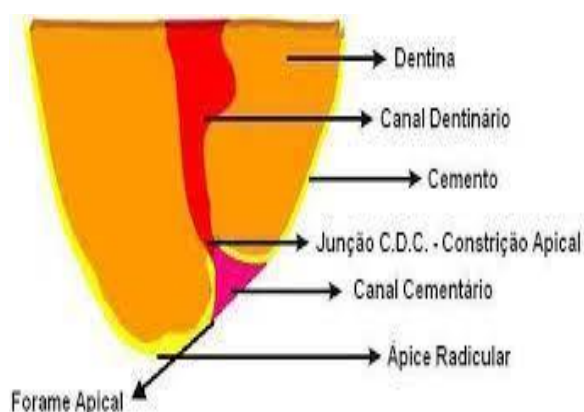


Figura 3 – Anatomia do terço apical
 Fonte: Rocha Velho, 2011, p. 20

O terço apical do canal radicular comunica-se com os tecidos periapicais através do forame e pode abrigar um grande número de microrganismos que infectam e promovem inflamação perirradicular persistente, que pode se propagar para túbulos dentinários e para ramificações apicais, canais laterais, istmos e túbulos dentinários (SIQUEIRA JÚNIOR et al., 2012).

Atualmente, a técnica de instrumentação mais disseminada é no limite apical de 1 mm aquém do forame, afim de se evitar injúrias aos tecidos apicais e periapicais (HOLLAND et al., 2005), entretanto, se mantém 1 mm sem instrumentação, comprometendo a limpeza da região crítica do canal (SOUZA, 2006). Cohen e Burns (1994) relatam que 1 mm do canal radicular com diâmetro igual a 0,25 mm pode abrigar cerca de aproximadamente 80.000 células de microrganismos pertencentes ao gênero *Streptococcus*. Desse modo, o preparo deficiente do terço apical pode acarretar a perpetuação de microrganismos, levando ao insucesso do tratamento endodôntico (ALVES et al., 2005).

Ricucci *et al.* (2009) examinaram histologicamente o canal de 24 dentes tratados endodonticamente com lesão perirradicular e observaram que as colônias bacterianas estavam presentes nas ramificações apicais que não poderiam ser alcançadas por irrigantes ou instrumentos e onde os medicamentos intracanaís não teriam acesso. A persistência bacteriana na raiz, em áreas que o tratamento não atingiu, foi a principal causa de periodontite apical pós-tratamento.

Durante a etapa do PQM, quando há uma instrumentação aquém do forame, os restos de dentina excisada pela ação dos instrumentos, se não forem removidos pelo processo irrigação/aspiração, podem permanecer na região apical aderidos às paredes formando uma estrutura amorfa denominada camada de *smear layer*, ou na luz do canal radicular, em áreas onde não houve atuação das soluções irrigantes e instrumentos endodônticos, junto com restos pulpares formando os debris (ARRUDA et al., 2003).

O acúmulo de remanescentes pulpares e raspas de dentina em localidades anatômicas inacessíveis aos instrumentos endodônticos atua como uma barreira mecânica, obliterando o canal radicular, ocasionando a perda do comprimento de trabalho (CT) e interferindo na ação das substâncias químicas auxiliares, na medicação intracanal e até mesmo na região de canal cementário, representando

um potencial para o fracasso em longo prazo do tratamento endodôntico (HULSMANN et al., 2005; SIQUEIRA JÚNIOR et al., 2012).

Desse modo, promover uma limpeza adequada e desinfecção de todo o sistema de canais radiculares é um dos maiores desafios da Endodontia, principalmente na região apical, uma vez que a limpeza e remoção de dentina contaminada e biofilme só acontece pela ação mecânica, pois ainda não há nenhuma substância química capaz de dissolver ou remover o biofilme microbiano.

Com a finalidade de impedir o acúmulo de debris, Buchanan propôs a técnica de manutenção da patência do canal, que consiste em levar uma lima tipo Kerr (k) flexível e de calibre pequeno, que deve ser compatível com o diâmetro foraminal (no máximo tamanho 25), na região apical compreendida entre o comprimento do trabalho e o comprimento real do forame (até ultrapassar a constrição apical 0,5 a 1 mm), com o objetivo de limpar e inativar os materiais que estejam nessa região, sem alargar o forame e mantendo-o acessível (patente) em sua forma original (BUCHANAN, 1989; LOPREITE et al., 2014; LEONARDO, LEONARDO, 2017).

No entanto, de acordo com Ribeiro *et al.* (2010), a patência apenas não é suficiente para limpar o forame. Estes autores avaliaram a limpeza do forame e a extrusão periapical de raspas de dentina em dentes unirradiculares instrumentados por duas diferentes técnicas sendo que uma delas continha o procedimento de patência apical. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa na massa de dentina extruída entre os grupos onde a patência foi realizada e no grupo onde não foi feita a patência apical. Concluíram que o emprego da patência apical em dentes unirradiculares não modificou a quantidade de raspas de dentina extruídas pelo forame apical, não produziu limpeza adequada nas paredes do canal cementário, mas removeu o tampão de raspas de dentina do canal cementário.

Assim, com o objetivo principal de limpar as paredes do canal cementário, que a lima de patência não alcança por ter diâmetro menor, alguns pesquisadores preconizaram a técnica de modelagem foraminal (MF), que consiste na ampliação/alargamento do forame (RIBEIRO et al, 2010; BORLINA et al., 2010; MOREIRA et al., 2016; LEONARDO & LEONARDO, 2017).

3.1 Modelagem foraminal

A MF refere-se ao alargamento intencional e mecânico do forame apical, por meio de técnicas e instrumentos, com a finalidade de reduzir a carga microbiana através da remoção física de uma quantidade maior de cimento e dentina infectados, aumentando a penetração de agentes químicos irrigantes e de medicações intracanal, facilitando a cicatrização de lesões periapicais crônicas (COLDEIRO et al., 2002; SOUZA, 2006; BORLINA et al., 2010; RODRIGUES et al., 2017; PEREZ et al., 2018).

Assim, para limpar as paredes do canal cementário, a MF utiliza três limas acima da lima tipo kerr que mais se ajusta ao forame (pós patência), pós-preparo do terço cervical e médio, com o objetivo de causar um desequilíbrio na microbiota da região apical facilitando a regeneração do tecido que envolve o ápice radicular (CAMPOS, 2020).

O procedimento de MF inicia-se com um instrumento que será ditado pela situação clínica, ou seja, um instrumento que se encaixa de forma justaposta às paredes foraminais quando ultrapassado 1mm além do forame apical. Em seguida, mais dois instrumentos são utilizados em ordem crescente também 1 mm além do forame apical promovendo a ampliação e conseqüentemente a limpeza e regularização desta estrutura (BATISTA, 2018). Nesta técnica, a seleção do cone principal para a etapa da obturação é realizada com cones acessórios M ou FM calibrados para que fiquem travados em torno de 2 mm aquém do forame apical, visto que não existe a formação de um batente apical durante a etapa de instrumentação (BATISTA, 2018).

Entretanto, a forma do canal é uma questão que deve ser considerada na determinação da ampliação do preparo apical, uma vez que há uma prevalência de canais radiculares de forma oval a nível apical (LANG, 2013). Diante disso, a utilização de três instrumentos acima da lima anatômica inicial, mesmo após a realização do preparo dos terços cervical e médio, pode não ser capaz de tocar todas as paredes do canal radicular. Isso é confirmado pelo estudo de Kerekes & Tronstad (1977), que avaliaram o diâmetro anatômico dos canais radiculares de 40 molares superiores e inferiores, em cinco diferentes níveis, a partir do ápice com o intuito de sugerir uma padronização na determinação durante o PQM. Os autores

concluíram que a MF com instrumentos de diâmetro de 0,25 ou 0,30 mm não permitiria uma limpeza adequada de canais curvos molares inferiores, sugerindo maior ampliação desta região, visando incorporar o maior número das irregularidades anatômicas presentes.

Fornari *et al.* (2010) avaliaram histologicamente a efetividade do aumento da ampliação apical na limpeza do terço apical de canais radiculares curvos. Canais méso-vestibulares de molares superiores, com diâmetro anatômico correspondente ao instrumento 20/.02 após o preparo dos terços cervical e médio, foram selecionados. De acordo com os resultados apresentados houve uma alta porcentagem de debris e de áreas não instrumentadas quando a ampliação apical foi realizada com instrumentos 35/.02, ou seja, três instrumentos acima da lima anatômica inicial. Weiger *et al.* (2006) sugerem que a utilização de instrumentos de diâmetro 45 ou 50 no preparo de canais méso-vestibulares de molares superiores compensa essa variabilidade de forma, pois o objetivo seria uma Tip maior, com taper menor no ápice e forame.

Além do formato do canal radicular, para a realização da MF o tamanho inicial do forame também deve ser levado em consideração, pois, de acordo Gutierrez e Aguayo (1995), o canal radicular termina no forame, porém nem sempre está localizado na extremidade apical da raiz, podendo ter a distância de 0,2 a 3,8 mm.

Usman *et al.* (2004) compararam a influência do tamanho do instrumento na eficiência do desbridamento apical. Vinte dentes de cadáveres humanos correspondentes com 32 canais foram descoronados na junção cimento-esmalte e instrumentados com limas rotatórias de GT para GT tamanho 20 ou GT tamanho 40. Hipoclorito de sódio (NaOCl), Ácido etileno diamino tetracético (EDTA) e *Root canal preparation cream* (RC Prep) foram auxiliares químicos para desbridamento. Os dentes foram extraídos, descalcificados, seccionados em 0,5 mm, 1,5 mm e 2,5 mm do ápice; e preparado para exame histológico e quantificação de detritos remanescentes. Concluíram que a limpeza do canal no terço apical foi maior no tamanho 40, não só pela quantidade de dentina extraída, mas também pela maior penetração da agulha utilizada na irrigação e pela quantidade de repetições da irrigação até atingir o comprimento do trabalho no tamanho 40.

Lopes & Siqueira Júnior (2015), demonstraram que diâmetros maiores de instrumentos endodônticos, em canais com segmentos retos ou curvos vão permitir um maior volume de solução química auxiliar dentro do canal durante o PQM e um maior avanço da agulha irrigadora em sentido apical, favorecendo o mecanismo de irrigação-aspiração. Em soluções químicas de mesma concentração quanto maior o volume, maior será sua atividade solvente e antimicrobiana, reduzindo tecidos e microrganismos presentes no interior do SCR, favorecendo a limpeza e a modelagem.

3.2 Influência da MF na limpeza e reparo de lesões periapicais

Benatti *et al.* (1985) verificaram que a MF favorece o processo de reparo tecidual ao demonstrar a invaginação dos tecidos periapicais após a realização deste procedimento. Para o estudo, 134 canais de cães sofreram biopulpectomia e foram sobre-instrumentados 2 mm além do forame apical e os ápices ampliados usando lima K # 40, 60 ou 80. Os canais radiculares foram obturados de 1 a 3 mm do ápice radiográfico. Análises histológicas foram feitas com 3, 7, 30, e 120 dias e demonstraram proliferação de tecido conjuntivo periodontal para o interior dos canais e maturação deste tecido conjuntivo com o passar do tempo.

Souza-Filho *et al.* (1987) estudaram a influência da MF no reparo periapical de dentes contaminados. Quatro cães tiveram a polpa de oito dentes cada extirpada. Os canais foram sobre-instrumentados (2 mm além do forame apical) e ficaram expostos ao meio bucal por 45 dias. Após esse período, os canais foram sobre-instrumentados até a lima K #60, obturados a 2 ou 3 mm aquém do ápice radiográfico e os acessos coronários selados. Após um período de 90 dias de acompanhamento, os animais foram mortos e foi realizada uma análise histológica. Os resultados mostraram que o cimento obturador foi biocompatível, ocorrendo reparação das áreas de reabsorção por novo cimento. Em 67,8% dos casos houve invaginação de tecido conjuntivo para o interior do canal. Os autores concluíram que a MF e a intensidade da contaminação do canal são fatores determinantes para o reparo tecidual em casos de necropulpectomias.

Siqueira Júnior *et al.* (1999) realizaram estudo *in vitro* avaliando a redução de microrganismos bacterianos através de três tipos de técnicas de instrumentação

e irrigação. Foram utilizados 45 pré-molares inferiores com raízes e canais únicos, contaminados com cultura pura de *Enterococcus faecalis* e divididos em três grupos: Grupo 1: instrumentação manual com Nitiflex® em movimentos de rotação alternada, até um preparo apical de diâmetro #40; Grupo 2: instrumentação rotatória com GT files® de tapers 0.10 e 0.12 no CT conforme recomendado pelo fabricante; Grupo 3: instrumentação com ProFile® Series 29 Rotary Files® conforme recomendado pelo fabricante e o preparo apical com ProFile® 5 (diâmetro da ponta de 0.279 mm) no CT. Amostras bacterianas foram coletadas antes e após a instrumentação utilizando três pontas de papel estéreis. Os canais foram preenchidos com solução salina 0,85% estéril, e irrigados com 1 ml após a amostragem inicial. No grupo 1, também foram coletadas amostras após cada instrumento utilizado. Todas as técnicas e instrumentos testados foram capazes de reduzir significativamente o número de microrganismos bacterianos. Contudo, a ampliação com diâmetro #40 foi significativamente mais eficaz na eliminação de bactérias quando comparado com as outras técnicas e instrumentos testados ($p < 0,05$).

Lambrianidis *et al.* (2001) realizaram um estudo com 33 incisivos centrais superiores, recém extraídos, com ápice formado e presença de raiz reta, para avaliar a quantidade de material que é extruído quando a constrição apical fica intacta e quando a constrição é alargada durante a instrumentação. Em ambos os grupos não foi feita a patência. A partir dos resultados constatou-se que quando a constrição apical permaneceu intacta houve mais extrusão (0,404 g) do que quando realizaram alargamento da constrição apical (0,015 g).

Borlina *et al.* (2010) avaliaram a influência da MF no reparo de lesões crônicas periapicais utilizando 40 canais de dentes de cães que tiveram a polpa extirpada. Em 20 raízes o forame apical foi alargado e nas outras 20 o canal cementário foi preservado. Todos os canais receberam um curativo de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) e depois de 21 dias foram obturados com guta-percha e um dos dois cimentos, sendo divididos em 4 grupos: Sealer 26 com MF; Sealer 26 sem MF; Endométhasone com MF; Endométhasone sem MF. Após 6 meses de acompanhamento a análise histológica demonstrou que a MF associada ao uso de cimento contendo Ca(OH)_2 (Sealer 26) foi mais favorável ao reparo de lesões periapicais crônicas.

Marinho *et al.* (2012) avaliaram a influência da MF na redução dos níveis de endotoxinas nos canais radiculares usando instrumentos rotatórios (# 25 /.06-; # 30 /.05-; #35/.04-; e #40/.04-) em 40 pré-molares inferiores. Endotoxinas de *Escherichia coli* foram inoculadas em 30 raízes e 10 dentes serviram como grupo controle negativo. Os resultados indicaram uma redução substancial do teor de endotoxina nas limas #35/04-; e #40/04- em comparação com a lima # 25/06-. Os autores concluíram que protocolos com maior ampliação apical são significativamente eficazes na redução de endotoxina, favorecendo o reparo das lesões perirradiculares pré-existentes.

Yadav *et al.* (2014) realizaram um estudo com o objetivo de determinar o efeito da limpeza apical e da MF na redução das ramificações apicais e da carga bacteriana no terço apical dos canais radiculares. As raízes méso-vestibulares de 21 primeiros molares superiores foram inoculadas com suspensão de *Enterococcus faecalis* usando uma pipeta estéril. As amostras foram incubadas a 37°C por 72 horas e divididas em 3 grupos: Grupo A, grupo controle (n=5), sem preparo; Grupo B (n=8) preparo convencional sozinho; e Grupo C (n=8), limpeza apical e MF além do preparo convencional. As contagens bacterianas foram analisadas quantitativamente antes e depois da preparação. Os resultados obtidos indicam que houve menos detritos e menos ramificações apicais no Grupo C (limpeza e ampliação foraminal). O estudo microbiológico revelou um menor número de unidades formadoras de colônias no Grupo B ou C do que no Grupo A (controle). Estes resultados sugerem que a MF e a limpeza apical facilitam a remoção de ramificações apicais e carga bacteriana dentro dos canais radiculares.

Rodrigues *et al.* (2017) avaliaram a influência da MF utilizando instrumentos rotatórios de Ni-Ti e o efeito de uma substância irrigadora na redução bacteriana em 53 dentes tratados com canal radicular com periodontite apical. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 2 grupos de acordo com o irrigante utilizado (NaOCl 2,5%, n = 22; soro fisiológico, n = 21). Concluíram que independentemente do tipo de irrigante, um aumento no tamanho do preparo apical melhorou significativamente a desinfecção do canal radicular. Entretanto, o benefício desinfetante do NaOCl sobre a solução salina foi significativo em grandes tamanhos de preparação apical.

3.3 Inconvenientes da modelagem foraminal

Aragão (2010) avaliou a forma do forame apical após realização de patência e MF com instrumentos endodônticos. Para tanto, 48 dentes, sendo 23 incisivos inferiores e 25 caninos, tiveram seus canais instrumentados através de acesso radicular com brocas de Gates-Glidden, ampliação coroa-ápice com instrumentos manuais e MF (1 mm além do forame) com três ou cinco limas tipo K. Os forames apicais foram avaliados ao microscópio eletrônico de varredura (MEV) antes da instrumentação, depois da ampliação com três limas e, numa terceira análise, após o uso de mais dois instrumentos - totalizando cinco limas. A análise indicou que a MF se mostrou capaz de regularizar a forma do forame, com melhor desempenho em canais menos curvos, tornando-os mais circulares, exceção feita aos dentes cujos canais apresentavam curva apical, nos quais houve deformação dos forames.

Elayouti *et al.* (2011) realizaram um estudo com o objetivo de verificar se o aumento da ampliação apical resultaria em uma preparação completa dos canais curvos e avaliar progressivamente a qualidade da modelagem usando vários exames de tomografia computadorizada (TCM). Foram selecionados 90 canais radiculares com curvatura de 25° a 50°. Cinco exames de TCM, um pré-operatório e 4 pós-operatório, foram adquiridos de cada canal. O preparo do canal foi realizado até #50 usando 3 técnicas: limas manuais de níquel-titânio (Ni-Ti), Mtwo e ProTaper, por operadores experientes em um manequim odontológico para simular as condições clínicas. Concluíram que o aumento da ampliação apical dos canais curvos não resultou em um preparo apical completo, ao passo que levou à remoção desnecessária de dentina.

Borges *et al.* (2011) ao avaliarem a influência da MF na limpeza e extrusão em canais com curvaturas leves e moderadas, encontraram maior valor de extrusão nos canais com curvatura suave quando instrumentada com maior instrumento (45.02), que pode ser explicado pelo maior alinhamento do forame e a direção do canal, além de estar envolvida um maior aumento da pressão de soluções irrigadoras quando comparada com curvaturas mais acentuadas.

Silva (2011) avaliou a influência da MF na anatomia apical e na qualidade de selamento após obturação através da MEV e infiltração por *Enterococcus faecalis*. Foram selecionadas 55 raízes palatinas de molares superiores humanos e o

comprimento das raízes foi padronizado para 11 mm. As amostras foram aleatoriamente divididas em 3 grupos de acordo com o comprimento do trabalho: grupo 1 foi instrumentado 1 mm aquém do forame, grupo 2 foi instrumentado no limite do forame apical e o grupo 3 instrumentado 1 mm além do forame. Sobre os resultados do estudo, percebeu-se que a instrumentação 1 mm aquém do forame deixou o canal cementário preservado. Tratando-se da MF no grupo 2 e no grupo 3, não houve diferença estatisticamente significativa. Quando a ampliação foi feita até 1 mm além do forame apical, maiores foram as ocorrências de desvio foraminal, mas em nada implicaram. Porém, a análise em MEV mostrou que o selamento apical foi de melhor qualidade nos grupos em que a MF foi executada. Para finalizar, o teste de infiltração por *Enterococcus faecalis* não revelou diferenças entre os grupos experimentais.

González Sanchez *et al.* (2012) avaliaram as alterações morfológicas do forame principal após superinstrumentação com os instrumentos rotatórios ProTaper Universal e ProFile Vortex Ni-Ti, em 28 canais méso-vestibulares dos primeiros molares superiores e inferiores, que foram divididos em dois grupos de 14 canais cada. Os instrumentos ProTaper e Vortex foram usados até que a ponta da lima se projetasse 1 mm além do CT (0,5 mm além do forame principal). O forame principal foi fotografado antes e após a superinstrumentação com cada lima dos dois sistemas usados. Os parâmetros avaliados foram o transporte do canal, a capacidade de centralização e a forma do forame principal. Nos resultados, não foram observadas diferenças significativas entre os diferentes instrumentos com relação à capacidade de centralização em qualquer direção. No entanto, na maioria das amostras, as limas ProTaper Universal e ProFile Vortex produziram o transporte do forame principal e criaram um forame principal oval após a superinstrumentação.

Da Silva *et al.* (2016) avaliaram a influência da MF e limite de instrumentação na alteração da anatomia apical, e no selamento após a obturação em 55 raízes que foram divididas em três grupos: G1, instrumentação 1 mm aquém do forame; G2, instrumentação no limite do forame apical; e G3, instrumentação 1 mm além do forame; e concluíram que ocorreram mais desvios que no grupo do preparo além do forame, no entanto isto não prejudicou o selamento, a análise em MEV mostrou uma melhor qualidade de obturação, ou seja, melhor adaptação entre material

obturador e forame apical, para os grupos em que a MF foi realizada. Os grupos com ampliação e sem ampliação foraminal não apresentaram diferenças significativas quanto ao teste experimental de microinfiltração.

Silva Santos *et al.* (2017) avaliaram, por meio de MEV, as alterações morfológicas do forame após o uso de diferentes cinemáticas durante a instrumentação do canal radicular. Sessenta raízes mesiais de molares inferiores foram selecionadas e divididas em dois grupos, de acordo com o protocolo de instrumentação: G1 – instrumentação rotatória (n=30) e G2 – instrumentação recíprocante (n=30). O canal méso-vestibular de cada raiz foi eleito para a instrumentação. As fotomicrografias foram realizadas antes, após a instrumentação do forame apical e após a instrumentação 1mm além do forame apical. Os resultados revelaram que a MF causou deformações anatômicas, sendo que não houve influência no tipo de cinemática e presença de deformação.

Albuquerque *et al.* (2020) compararam as técnicas de instrumentação dos canais radiculares que envolvem MF versus aquelas que não o envolvem, no que diz respeito à extrusão apical do material obturador, utilizando a micro-CT, em 22 pré-molares com canais únicos e observaram que a extrusão no grupo instrumentado com MF foi significativamente maior do que no grupo convencional.

Souza *et al.* (2021) avaliaram o transporte apical e o selamento apical do canal radicular após obturação do canal radicular em 20 dentes humanos preparados com MTwo® Rotary System com MF (grupo 1) e sem alargamento do forame apical (grupo 2). Após PQM, as amostras foram submetidas à MEV, que demonstrou que as amostras do Grupo 1 apresentaram diâmetro foraminal maior do que as amostras do Grupo 2. O transporte do forame apical foi estatisticamente diferente entre os Grupos 1 e 2 ($p=0,0108$). Além disso, o selamento apical do canal radicular foi mais eficaz quando este foi preparado com alargamento do forame apical, mesmo quando o transporte apical foi detectado.

3.4 Associação da MF com dor pós-operatória

Gurgel Filho *et al.* (2010) avaliaram a dor pós-operatória em dentes vitais submetidos ou não a MF até a lima #30. Quarenta dentes foram selecionados e divididos randomicamente em dois grupos. No Grupo I (experimental) houve

ampliação foraminal até a lima #30 e comprimento do trabalho 1 a 2 mm aquém do forame. No Grupo II (controle) utilizaram limite de trabalho de 1 a 2 mm aquém do ápice e manutenção do remanescente pulpar. Todas as endodontias foram realizadas em sessão única, com uso de localizador apical para a determinação do comprimento do trabalho, além de radiografia. A dor foi avaliada nos períodos de 24 e 48h, no entanto, não foi observada diferença estatística entre os dois grupos. Os autores concluíram, de acordo com os relatos dos pacientes, que a MF não aumentou a incidência de dor.

Silva *et al.* (2013) analisaram, através de um estudo prospectivo, controlado e randomizado, se a instrumentação de MF durante o tratamento endodôntico estaria associada a mais dor pós-operatória em comparação com a instrumentação padrão sem ampliação. Para o estudo, 40 voluntários com um único canal radicular foram diagnosticados com necrose assintomática com periodontite apical e randomizados em 2 grupos experimentais (ou seja, o grupo controle e o grupo de MF). O tratamento endodôntico foi realizado em uma única sessão e os voluntários foram instruídos a registrar a intensidade da dor (ou seja, nenhuma, leve, moderada e intensa). Ao final do estudo, a dor pós-operatória não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos em nenhum período de observação. Assim, concluíram que as técnicas de MF e não ampliação resultaram na mesma dor pós-operatória e necessidade de medicação analgésica. Isso pode sugerir que o uso da MF deve ser realizado para a previsibilidade do tratamento endodôntico sem aumentar a dor pós-operatória.

Saini *et al.* (2016) avaliaram o efeito da MF durante o PQM do canal radicular na dor pós-operatória. Setenta primeiros molares inferiores com necrose pulpar assintomática e periodontite apical crônica foram randomizados em dois grupos: com MF e com a técnica convencional. A experiência de dor e a ingestão de analgésicos foram registradas por 7 dias após a PQM. Foi observada diferença significativa na dor pós-operatória nos primeiros 4 dias e no 6º dia, com maior dor no grupo MF em relação ao grupo com a técnica convencional. Não houve diferença significativa na prevalência de ingestão de analgésicos e número de doses entre os grupos experimentais. Desse modo, os autores concluíram que a MF durante o tratamento endodôntico aumentou a incidência e a intensidade da dor pós-operatória.

Cruz Júnior *et al.* (2016), através de um estudo prospectivo realizado com 46 voluntários, avaliaram a dor pós-operatória após terapia endodôntica, com e sem MF, em dentes unirradiculares com polpa necrótica. Ambos os grupos foram submetidos ao mesmo protocolo de tratamento, com exceção do tempo de trabalho estabelecido. No geral, 82,22% dos pacientes não referiram dor ou dor leve. Uma proporção maior de pacientes do grupo sem ampliação relatou dor leve em comparação com pacientes do grupo controle nas primeiras 24 horas. Em 72 horas e uma semana, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

Yaylali *et al.* (2017) avaliaram se a MF com um sistema rotatório contínuo durante o tratamento endodôntico causa mais dor pós-operatória do que a técnica convencional sem ampliação. Para o estudo, 70 pacientes que apresentavam necrose e periodontite apical nos dentes molares superiores ou inferiores foram randomizados, sendo divididos em dois grupos: o grupo com MF e o grupo com técnica convencional sem ampliação. Os pacientes foram acompanhados e a gravidade da dor foi avaliada nos primeiros 7 dias usando uma escala analógica visual (EVA). Com base nos resultados, os autores concluíram que a MF causa mais dor nos dois primeiros dias após o tratamento endodôntico. Não foi encontrada diferença significativa no consumo de analgésicos entre os grupos

Borges Silva *et al.* (2017), através de uma revisão sistemática e meta-análise, também avaliaram a associação da dor pós-operatória em pacientes adultos submetidos a tratamento endodôntico com MF em comparação com o tratamento endodôntico convencional. Cinco estudos foram qualificados para revisão sistemática e três estudos foram considerados para meta-análise. Os resultados da meta-análise mostraram que a dor pós-operatória é maior no tratamento endodôntico com MF em comparação com a terapia endodôntica convencional, com diferença estatisticamente significativa nos primeiros dias após o tratamento em dentes com necrose e periodontite apical.

Moraes *et al.* (2019) avaliaram clinicamente a dor pós-operatória de 23 pacientes com dentes com necrose pulpar e lesão perirradicular, após o tratamento endodôntico com MF, realizado em sessão única. A dor pós-operatória foi avaliada em 24 horas, 72 horas e 7 dias após o procedimento através da escala visual analógica da dor. Dos 23 pacientes submetidos ao tratamento endodôntico com

MF, nenhum apresentou dor moderada a intensa nos períodos avaliados. Desse modo, os autores concluíram que a dor pós-operatória de pacientes submetidos ao tratamento endodôntico com MF foi considerada baixa.

Machado *et al.* (2021) também avaliaram a dor pós-operatória após o tratamento endodôntico de dentes necróticos usando MF extensa. A amostra incluiu 60 dentes necróticos assintomáticos (com ou sem periodontite crônica), e profundidade de sondagem periodontal de 3 mm, previamente acessados e encaminhados para realização de tratamento endodôntico. O PQM foi realizado com limas Profile 04, 2 mm além do forame apical para atingir a MF, utilizando 2,5 ml de NaOCl 2,5% a cada troca de lima. Todos os pacientes foram acompanhados durante 24, 48 e 72 horas após o tratamento, para classificação da dor pós-operatória. Os resultados mostraram que apenas 1 paciente (1,66%) relatou dor intensa após 72 horas. Assim, os autores concluíam que a dor pós-operatória aguda ou moderada foi incomum após o tratamento endodôntico de dentes necróticos com MF.

5 DISCUSSÃO

O tratamento endodôntico corresponde a uma abordagem química e mecânica combinada, seguida de uma obturação hermética tridimensional, que elimina a doença pulpar e perirradicular e favorece a cicatrização e reparação do tecido perirradicular (MENDOZA et al., 2000; JAWAD et al., 2015; TOMSON; SIMON, 2016). No entanto, devido à complexidade do SCR, principalmente no terço apical, a completa limpeza é muito difícil (BERNABÉ et al., 2005; BAUGH, WALLACE, 2005; COHEN, HARGREAVES, 2011; CHAN et al., 2019).

Como forma de remover efetivamente as culturas de bactérias dos canais, favorecendo a desinfecção das paredes contaminadas e contribuindo para o reparo do tecido periapical, a MF foi introduzida como uma nova forma de instrumentação, consistindo-se numa maior ampliação do forame acima do tradicionalmente recomendado nos tamanhos apicais durante a instrumentação do canal (RIBEIRO et al., 2010; BORLINA et al., 2010; MOREIRA et al., 2016; LEONARDO & LEONARDO, 2017).

O comprimento de trabalho clássico tem sido o de instrumentar o conduto 1 mm aquém do forame pois assim, almeja-se coincidir a área de atuação do profissional com a região mais constricta do canal radicular, o limite CDC, o que pode representar a proteção dos tecidos apicais e periapicais frente as agressões químico-mecânicas do tratamento endodôntico (HOLLAND et al., 2005); porém, ao se preparar o canal radicular nos limites clássicos, uma pequena extensão do canal (com um diâmetro de aproximadamente 0,25 mm) deixa de ser instrumentada, podendo abrigar uma quantidade suficiente de bactérias responsáveis pelo insucesso do tratamento endodôntico (COHEN, BURNS, 1994; ARRUDA et al., 2003; ALVES et al., 2005; SOUZA, 2006; RICUCCI et al., 2009); e este fato dá margem para recomendação de alguns autores para a ampliação do limite CDC chegando ou até ultrapassando em média 1mm além do forame apical promovendo uma limpeza foraminal, pois esta porção pode estar infectada ou serve de substrato para os microrganismos remanescentes após o preparo biomecânico (SILVA, 2011; SILVA et al., 2013).

Apesar da MF ainda não ser um procedimento adotado rotineiramente na clínica endodôntica e sua eficácia não ser consensual na atual literatura, no que diz

respeito ao grau de desinfecção do terço apical radicular e reparo de lesões periapicais, vários estudos vêm apresentando resultados favoráveis ao promover a ampliação do forame radicular (BENATTI et al., 1985; SOUZA-FILHO et al., 1987; SIQUEIRA JUNIOR et al., 1999; LAMBRIANIDIS et al., 2001; BORLINA et al., 2010; NICA et al., 2011; MARINHO et al., 2012; YADAV et al., 2014; RODRIGUES et al., 2017). Estes estudos têm como primícia, principalmente em casos de necrose pulpar, que a MF garanta a limpeza de todo comprimento radicular, inclusive do canal cementário, promovendo uma limpeza mais eficaz devido a ampliação, melhor ação dos agentes irrigantes e da medicação intracanal, e ainda, a desorganização do biofilme endodôntico nesta região (BENATTI et al., 1985; SOUZA-FILHO et al., 1987; LAMBRIANIDIS et al., 2001; SOUZA, 2006; RIBEIRO et al., 2010; BORLINA et al., 2010; COHEN, HARGREAVES, 2011; LOPES, SIQUEIRA JUNIOR, 2015; SAINI et al., 2016; MOREIRA et al., 2016; LEONARDO & LEONARDO, 2017; RODRIGUES et al., 2017; YAYALALI et al., 2017; BRANDÃO et al., 2019).

Siqueira Junior *et al.* (1999) revelaram que a cada troca sequencial de lima para um maior calibre reduz significativamente a população bacteriana em relação a lima anterior. Corroborado por Usman *et al.* (2004) em seu experimento que teve como resultado o instrumento de maior calibre com melhor desempenho que o de menor tamanho em relação à descontaminação. Além da redução microbiana, Marinho *et al.* (2012) também observou em seus estudos que a MF foi significativamente eficaz na redução do nível de endotoxinas presentes nos canais radiculares, favorecendo o reparo das lesões perirradiculares pré-existentes. Os autores observaram ainda que quanto maior a ampliação apical, maior a redução dos níveis de endotoxinas.

Por outro lado, o efeito mecânico consequente da instrumentação além da constrição apical ainda é motivo de controvérsia. Alguns estudos defendem que a instrumentação apical com limas mais calibrosas pode aumentar a probabilidade de alterações no forame, transportes, desvios, remoção excessiva de dentina e extravasamento de substâncias irrigadoras nos tecidos periapicais, gerando processos inflamatórios e consequentemente dor pós-operatória, principalmente em canais que apresentavam curva apical (BEESON et al., 1998;; SIQUEIRA et al., 2002; SIQUEIRA, 2003; TINAZ et al., 2005; ARAGÃO, 2010; BORGES et al., 2011;

GONZÁLEZ SANCHEZ *et al.*, 2012; SILVA SANTOS *et al.*, 2017; ALBUQUERQUE *et al.*, 2020; SOUZA *et al.*, 2021).

De acordo com Beeson *et al.* (1998) e Tinaz *et al.* (2005), o aumento das dimensões do forame pode dificultar o controle e a manutenção de debris e soluções irrigadoras dentro do canal durante os procedimentos endodônticos, gerando complicações devido ao extravasamento de hipoclorito de sódio nos tecidos periapicais e reagudização de processos inflamatórios (flare-ups). No entanto, é importante esclarecer que para qualquer técnica ou lima utilizada, vai ocorrer extrusão de debris, e o risco extravasamento de hipoclorito de sódio acontece por falha técnica, seja na força de aplicação ou travamento da seringa, lembrando que a técnica original é associada a clorexidina.

Nos trabalhos experimentais avaliando as alterações da morfologia do forame, González Sanchez *et al.* (2012) e Silva Santos *et al.* (2017) mostraram que que a MF causou deformações anatômicas, e Elayouti *et al.* (2011) relataram que o aumento da ampliação apical dos canais curvos levou à remoção desnecessária de dentina. Contrapondo estes estudos, Aragão (2010) observou que a MF foi capaz de manter a forma dos forames apicais, regularizá-los tornando-os mais circulares, exceção feita aos dentes cujos canais apresentavam curva apical, nos quais houve deformação dos forames.

Quanto a ocorrência de mais desvios foraminais em procedimentos com MF, alguns estudos relatam que isto não prejudicou o selamento apical (SILVA, 2011; DA SILVA *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2021). No estudo de Silva *et al.* (2016), verificaram transportes em 66,7% no grupo que foi preparado 1mm além do forame apical, entretanto, esses transportes não interferiram na qualidade da obturação, favorecendo uma melhor adaptação na interface material obturador e forame apical. Corroborando com estes autores, Souza *et al.* (2021) também relataram que o selamento apical do canal radicular foi mais eficaz quando este foi preparado com alargamento do forame apical, mesmo quando o transporte apical foi detectado. Assim, observa-se que mesmo promovendo pequena variação no diâmetro do forame apical, a MF é uma manobra importante, sobretudo em canais infectados, pois interfere na flora bacteriana apical, induzindo uma resposta biológica positiva (TINAZ *et al.*, 2005; SILVA, 2011; YADAV *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2021).

Referente a dor pós-operatória, alguns estudos investigaram a relação da MF com presença de dor, porém, este não se mostrou como um fator desencadeante de dor pós-tratamento endodôntico na maioria dos estudos analisados. Segundo Gurgel Filho *et al.* (2010) o índice de dor pós-operatória em dentes submetidos a MF não eram diferentes significativamente quando comparados com dentes submetidos à técnica tradicional de instrumentação. Corroborando com esse estudo, Silva *et al.* (2013), Cruz Júnior *et al.* (2016) e Machado *et al.* (2021) também concluíram que a ampliação do forame não é um fator que aumenta a incidência da dor pós-operatória. Outros estudos relataram que a dor pós-operatória foi maior nos primeiros dias quando a MF foi realizada em dentes necrosados e com periodontite apical (YAYLALI *et al.*, 2017; BORGES SILVA *et al.*, 2017). Apenas um estudo, conduzido por Saini *et al.* (2016), relatou que a MF aumentou a incidência e intensidade da dor pós-operatória após o tratamento endodôntico nos seis primeiros dias. Isso pode ter ocorrido porque os autores inseriram hidróxido de cálcio no canal como medicação, realizando o tratamento endodôntico em duas consultas. Desse modo, uma possível extrusão de medicação intracanal pode ter aumentado a dor e produzido lesões químicas nos tecidos perirradiculares.

Desse modo, observa-se que a dor pós-operatória referente a ampliação do forame apical acima do tradicionalmente recomendado tem dividido opiniões na literatura pesquisada. Isso pode ser explicado em função da percepção da dor ser algo subjetivo e individual, cujo limiar varia entre os pacientes; portanto, mensurar sintomas pós-operatórios em estudos é passível de falhas.

6 CONCLUSÃO

Com base na literatura consultada, a MF é um procedimento relevante para a endodontia atual, sobretudo pela proposta de limpeza foraminal com diminuição ou eliminação do acúmulo de raspas de dentina que pode levar a ocorrência de processos inflamatórios e comprometer o reparo do terço apical. Desse modo, mesmo promovendo pequena variação no diâmetro do forame apical e podendo levar a deformação foraminal, transporte do canal radicular, extrusão de material obturador, extravasamento de solução irrigadora e, possível, incidência de dor pós-operatória nas primeiras 48h, a MF é uma manobra importante, especialmente nos casos de polpa necrótica com periodontite apical, pois interfere na flora bacteriana apical, induzindo uma resposta biológica positiva.

Contudo, é importante que o endodontista considere sempre os riscos e benefícios da técnica, buscando adotá-la em situações que de fato se demonstram pertinentes, além de se assegurar dos cuidados indispensáveis durante o processo de obturação e protocolo de irrigação do canal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADORNO, C. G.; YOSHIOKA, T.; SUDA, H. The effect of working length and root canal preparation technique on crack development in the apical root canal wall. **Journal of endodontics**. v. 43, n. 4, p. 321-327, 2010.

ALBUQUERQUE, P. P.; HUNGARO, Duarte; PELEGRINE, R. A.; KATO, A. S.; STRINGHETA, C. P.; DUQUE, J. A.; BUENO, C. E. D. S. Influence of foraminal enlargement on the apical extrusion of filling material: Volumetric analysis using micro-computed tomography. **Australian Endodontic Journal**, v. 46, n. 2, p. 210-216, 2020.

ALVES, F. R. F.; SIQUEIRA JR, J. F.; LOPES, H. P. O terço apical da raiz: características morfológicas, microbiota e considerações terapêuticas. **Rev Bras Odontol**, v. 62, n. ¾, p. 172-176, 2005.

ARAGÃO, E. M. Avaliação da forma do forame apical após sua patência e ampliação com instrumentos endodônticos. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas; 2010.

ARRUDA, M. P.; SILVA-Souza.; CRUZ- Filho, A .M.; SOUZA F. J.; SOUSA N. M. D. Análise histológica da capacidade de limpeza promovida pela instrumentação rotatória com limas de níquel-titânio, em canais radiculares com achatamento méso-distal, utilizando diferentes soluções químicas auxiliares do preparo biomecânico. **J. Bras. Endod.**, v. 4, n. 13, p. 141-147, 2003.

BATISTA, B. B. **Patência e ampliação foraminal: uma revisão de literatura**. 35f. Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Odontologia, Taubaté, 2018.

BAUGH, D.; WALLACE, J. The Role of Apical Instrumentation in Root Canal Treatment: A Review of the Literature. **Journal of endodontics**, v. 31, n. 5, p. 333-340, 2005.

BEESON, T. J.; HARTWELL, G. R.; THORNTON, J. D.; GUNSOLLEY, J. C. Comparison of debris extruded apically in straight canals: conventional filing versus profile .04 Taper series 29. **Journal of endodontics**, v. 24, n. 1, p. 18-22, Jan 1998.

BENATTI, O.; VALDRIGHI, G.; BIRAL, R. R.; PUPO, J. A histological study of the effect of diameter enlargement of the apical portion of the root canal. **Journal of endodontics**. V. 11, n. 10, p. 428-434, 1985.

BERNABÉ, P. F. E.; HOLLAND, R.; MORANDI, R.; SOUZA, V. D.; NERY, M. J.; OTOBONI Filho, J. A.; et al. Comparative study of MTA and others materials in retrofilling of pulpless dogs' teeth. **Brasilian Dental Journal**, v. 16, n. 2, p. 149-155, 2005.

BORGES Silva, E. A.; GUIMARÃES, L. S.; KÜCHLER, E. C.; ANTUNES, L. A. A A.; ANTUNES, L. S. Evaluation of Effect of Foraminal Enlargement of Necrotic Teeth

on Postoperative Symptoms: A Systematic Review and Meta-analysis. **Journal of endodontics**, v. 43, n. 12, p. 1969- 1977, 2017.

BORGES, M. F. A.; MIRANDA, C. E. S.; SILVA, S. R. C.; MARCHESAN, M. Influence of Apical Enlargement in Cleaning and Extrusion in Canals with Mild and Moderate Curvatures. **Braz Dent J.**, v. 22, n. 3, p. 212-217, 2011.

BORLINA, S. C.; SOUZA, V.; HOLLAND, R.; MURATA, S. S.; GOMES F. J. E.; et al.. Influence of apical foramen widening and sealer on the healing of chronic periapical lesions induced in dogs' teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 109, n. 6, p. 932-40, 2010.

BRANDÃO, P. M.; DE FIGUEIREDO, J. A. P.; MORGENTAL, R. D.; SCARPARO, R. K.; HARTMANN, R. C.; WALTRICK, S. B. G.; & SOUZA, R. A. Influence of **foraminal enlargement on the healing of periapical lesions in rat molars**. **Clin Oral Invest**, v. 23, p. 1985–1991, 2019.

BRUNSON, M.; HEILBORN, C.; JOHNSON, D. J.; COHENCA, N. Effect of apical preparation size and preparation taper on irrigant volume delivered by using negative pressure irrigation system. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 4, p. 721-724, 2010.

BUCHANAN, L. S. Management of the curved root canal. **J Calif Dent Assoc**, v. 17, n. 4, p. 18-25, 27, 1989.

CAMPOS, A. D. F.; VANCE, R.; SANTOS, C. H. S. D.; ANACLETO, F. N.; VIEIRA, A. D. **Importância da ampliação foraminal e suas relevâncias no tratamento endodôntico: revisão de literature**. 2020.

CARVALHO, R. L. S.; GUIMARAES, C. S.; SANTOS, R. A.; PINHEIRO, J. T. Debridamento Foraminal no Protocolo de Atendimento de Endodontistas. **Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre**, v. 53, n. 2, p. 15-18, 2012.

CARVALHO, A. et al. **Manual do endodontista**. 1 ed. Ed. Santos: São Paulo, 2005.

CHAN, R.; VERSIANI, M. A.; FRIEDMAN, S.; MALKHASSIAN, G.; SOUSA N. M. D.; LEONI, G. B.; 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**, v. 45, n. 7, p. 923-929, 2019.

COHEN, S.; BURNS, R. **Pathways of the pulp**. 6th ed. St. Louis: CV Mosby, p.179–218, 1994.

COHEN, S.; HARGREAVES, K. M. **Caminhos da Polpa**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2011. p. 543.

COLDERO, L. G.; MCHUGH, S.; MACKENZIE, D.; SOUNDERS, W. P. Reduction in intracanal bacteria during root canal preparation with and without apical enlargement. **International endodontic journal**, v. 35, n. 5, p. 437-446, 2002.

CRUZ Junior, J. A.; COELHO, M. S.; KATO, A. S.; GOMES, N. V; FONTANA, C. E.; ROCHA, D. G.; et al. The effect of foraminal enlargement of necrotic teeth with the reciproc system on postoperative pain: a prospective and randomized clinical trial. **Journal of endodontics**, v. 42, n. 1, p. 8-11, 2016.

DA SILVA, J. M.; BRANDÃO, G. ; SILVA, E. J. N. L ; ZAIA, A. A. Influence of working length and foraminal enlargement on foramen morphology and sealing ability. **Indian Journal of Dental Research**, v. 27, p. 66-72, 2016.

DONYAVI, Z.; GHAHARI, P.; ESMAEILZADEH, M.; KHARAZIFARD, M.; YOUSEFI-MASHOUF, R. Antibacterial Efficacy of Calcium Hydroxide and Chlorhexidine Mixture for Treatment of Teeth with Primary Endodontic Lesions: A Randomized Clinical Trial. **Iranian Endodontic Journal**, v.11, n. 4, p. 255-260, 2016.

DURAN-S, F.; GARCÍA, M.; OLIVIERI, J. G.; MERCADÉ, M.; MORELLÓ, S.; ROIG, M. A comparison of apical transportation between FlexMaster and Twisted Files rotary instruments. **Journal of endodontics**, v. 38, n. 7, p. 993-995, 2012.

ELAYOUTI, A.; DIMA, E.; JUDENHOFER, M. S.; LÖST, C.; PICHLER, B. J. Increased apical enlargement contributes to excessive dentin removal in curved root **canals: a stepwise microcomputed tomography study**. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 11, p.1580-1584, 2011.

FORNARI, V. J., SILVA, Y. T. C. S, VANNI, J. R., PÉCORA, J. D., VERSIANI, M. A., & SOUSA, M, N. D. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 11, p. 988-994, 2010.

GONÇALVES, É. M.; FILHO, E. P. P.; ARAGÃO, P. R. C.; SEGUNDO, T. C. P.; LIMA, D. L. F. Grau de conhecimento dos cirurgiões-dentistas na prescrição de colutórios e dentifrícios. **Rev. Periodontia.**, v. 20. N. 4, p. 51-55, 2010.

GONZÁLEZ Sánchez, J. A.; DURAN-Sindreu, F.; DE NOE, S.; MERCADÉ, M.; ROIG, M. Centring ability and apical transportation after overinstrumentation with ProTaper Universal and ProFile Vortex instruments. **International endodontic journal**, v. 45, n. 6, p. 542-551, 2012.

GURGEL Filho, E. D.; CASTELO-Branco, Y. N.; MANIGLIA Ferreira, C.; DE SOUZA Filho. J.; COUTINHO Filho, T. Avaliação in vivo da dor pós-operatória em dentes vitais após o alargamento do forame apical. **Revista da Faculdade de Odontologia-UPF**, v. 15, n. 2, 2010.

GUTIERREZ, J. H.; AGUAYO, P. Apical foraminal openings in human teeth. Number and location. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, v. 79, n. 6, p. 769-777, 1995.

HECKER, H.; BARTHA, T.; LÖST, C.; WEIGER, R. Determining the apical preparation size in premolars: part III. **Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol, Endod.**, v. 110, n. 1, p. 118-124, 2010.

HOLLAND, R.; SANT'ANNA, A.; SOUZA, V.; DEZAN, E. J.; OTOBONI, J. A.; BERNABÉ, P. F. E., et al. Influence of apical patency and filling material on healing process of dogs' teeth with vital pulp after root canal therapy. **Braz Dent J.**, v. 16, n. 1, p. 9-16, 2005.

HULSMANN, M.; PETERS, O. A.; DUMMER, P. M. H. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*, v. 10, n. 1, p. 30-76, 2005.

JAWAD, S.; TAYLOR, C.; ROUDSARI, R. V.; DARCEY, J.; QUALTROUGH, A. Modern endodontic planning part 1: assessing complexity and predicting success. **Dental Update**, v. 42, n. 7, p. 599-611, 2015.

KEREKES, K.; TRONSTAD, L. Morphometric observations on the root canals of human molars. **Journal of Endodontics**, v. 3, n. 3, p.114-118, 1977.

LAMBRIANIDIS, T.; TOSOUNIDOU, E.; TZOANOPOULOU, M. The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. **Journal of Endodontics**, v. 27, n. 11, p. 696-698, 2001.

LANG, P. M. **A influência do alagamento apical na distribuição de tensões em canais radiculares curvos: análise de elementos finitos**. 55 fls. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, RS, 2013..

LASLAMI, K.; DHOUM, S.; EL HARCHI, A.; BENKIRAN, I. Relationship between the apical preparation diameter and the apical seal: An in vitro study. **International journal of dentistry**, v. 2018, 2018.

LEONARDO, M. R.; LEONARDO, R. T. Desbridamento foraminal/ Instrumento apical foraminal (IAF): conceituação e importância clínica. In: Leonardo, M. R.; Leonardo, R. T. **Tratamento de canais radiculares: avanços tecnológicos de uma endodontia minimamente invasiva e reparadora**. São Paulo: Artes Médicas, 2017. p. 113-117.

LOPES, H. P.; SIQUEIRA JÚNIRO, J. F. **Livro Endodontia Biologia e Técnica**. 4. ed. 2015.

LOPREITE, G.; BASILAKI, J.; ROMERO, M.; HECHT, P. Evaluation of apical foramen deformation produced by manual and mechanized patency maneuvers. **Acta Odontológica Latinoamericana**, v. 27, n. 2, p. 77-81, 2014.

MACHADO, R.; COMPARIN, D.; IGNÁCIO, S. A.; DA SILVA Neto, U. X. Postoperative pain after endodontic treatment of necrotic teeth with large intentional foraminal enlargement. **Restor Dent Endod.**, v. 46, n. 3, 2021.

MACHADO, M. E. L.; SOUZA, C.; PALLOTTA, A. Anatomia apical e Odontometria. In: **Endodontia da biologia à técnica**. 1 ed. Ed. Santos: São Paulo, 2007.

MARINHO, A. C. S.; MARTINHO, F. C.; ZAIA, A. A.; FERRAZ, C. C. R.; GOMES, B. P. F. D. A. Influence of the apical enlargement size on the endotoxin level

reduction of dental root canals. **Journal of Applied Oral Science**, v. 20, p. 661-666, 2012.

MELO, G. M. S.; LIMA, G. A. Como determinar a constrição do canal radicular. **Int J Dent**, v. 7, p. 40-49, 2008.

MENDOZA, K. A.; MARRETTA, S. M.; SIEGEL, A. M.; STAPLETON, B. L.; WIGGS, R. B.; KLIPPERT, L. S. Comparison of two heated gutta percha and sealer obturation techniques in canine teeth of dogs. **Journal of Veterinary Dentistry**, v. 17, n. 2, p. 69–74, 2000.

MORAES, V. G.; GUIMARÃES, L. S.; DA SILVA, E. A. B.; ANTUNES, L. A. A.; ANTUNE, L. S. O alargamento foraminal durante o tratamento endodôntico causa dor pós-operatória? **Rev. Bras. Odontol.**; v. 76, n. 2, p. 206- 2019.

MOREIRA, A. L. B.; GADÊ Neto, C. R.; DAMETTO, F. R.; SANT'ANNA, G. R.; CARVALHO, R. A. Eficácia das manobras de desbridamento no preparo químico-mecânico quanto à desinfecção no terço apical em molares humanos. **Revista de Odontologia da Unesp**, v. 45, n. 1, p. 27-32, 2016.

NAIR, P. N. R.; HENRY, S.; CANO, V.; VERA, J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after one-visit endodontic treatment. **Oral Surg Oral Med Pathol Oral Radiol Endod.**, v. 99, p. 231-252, 2005.

PÉCORA, J. D.; CAPELLI, A.; GUERISOLI, D. M. Z.; SPANÓ, J. C. E.; ESTRELA, C. Influence of cervical preflaring on apical file size. **International Endodontic Journal**, v. 38, n. 7, p. 430-435, 2005.

PEREZ, A. R.; ALVES, F. R. F.; MARCELIANO Alves, M. F.; PROVENZANO, J. C.; GONÇALVES, L. S.; NEVES, A. A.; SIQUEIRA JR, J. F. Effects of increased apical enlargement on the amount of unprepared areas and coronal dentine removal: a microcomputed tomography study. **International endodontic journal**, v. 51, n. 6, p. 684-690, 2018.

PIVOTTO, A.; GISLON, L. C.; FARIAS, M. M. A. G.; SCHMITT, B. H. E.; DE ARAÚJO, S. M.; DA SILVEIRA, E. G. Hábitos de higiene bucal e índice de higiene oral de escolares do ensino público. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 26, n. 4, p. 455-461, 2013.

RIBEIRO, A. P. D.; MALNATI, O. S.; COSTA Junior, E. D. Limpeza do Forame e Extrusão Apical de Raspas de Dentina em Dentes Unirradiculares Submetidos ao Procedimento de Patência Apical. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, v. 10, n. 1, p. 55-60, 2010.

RICUCCI, D.; SIQUEIRA Junior, J. F.; BATE, A. L.; FORD, T. R. P. Histologic investigation of root canal – treated teeth with apical periodontitis: A retrospective study from twenty-four patients. **Journal of endodontics**, v. 35, n. 4, p. 493-502, 2009.

RODRIGUES R. C.; ZANDI, H.; KRISTOFFERSEN, A. K.; ENERSEN, M.; MDALA, I.; ØRSTAVIK, D.; et al. Influence of the apical preparation size and the irrigant type on bacterial reduction in root canal-treated teeth with apical periodontitis. **Journal of endodontics**, v. 43, n. 7, p. 1058-1063, 2017.

SAINI, H R; SANGWAN, P; SANGWAN, A. Pain following foraminal enlargement in mandibular molars with necrosis and apical periodontitis - A randomized controlled trial. **International endodontic journal**, v. 49, n. 12, p. 1116-1123, 2016.

SCHILDER, H. Cleaning and shaping of the root canal. **Dent Clin North Am**, v. 18, p. 269-296, 1974.

SILVA, E. J. N. L.; MENAGED, K.; AJUZ, N.; MONTEIRO, M. R. F. P.; SOUZA, C. F. T. Postoperative pain after foraminal enlargement in anterior teeth with necrosis and apical periodontitis: a prospective and randomized clinical trial. **Journal of endodontics**, v. 39, n. 2, p. 173-176, 2013.

SILVA JM. **Influência do alargamento foraminal na anatomia apical e na qualidade de selamento após obturação**. 75f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2011.

SILVA Santos, A. M.; PORTELA, F. M. S. F.; COELHO M. S. et al. Foraminal deformation after foraminal enlargement with rotary and reciprocating kinematics: a scanning electronic microscopy study. **Journal of endodontics**, v. 44, n. 1, p. 145-148, 2017.

SIQUEIRA, Junior, J. F.; Microbial causes of endodontic flare-ups. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 7, p. 453-63, 2003.

SIQUEIRA, Junior, J. F.; LIMA, K. C.; MAGALHAES, F. A.; LOPES, H. P.; DE UZEDA, M. Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. **Journal of Endodontics**, v. 25, n. 5, p. 332-335, 1999.

SIQUEIRA, Junior, J. F.; RÔÇAS, I. N.; FAVIERI, A.; MACHADO, A. G.; GAHYVA, S. M.; OLIVEIRA, J. C.; ABAD, E. C. Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. **Journal of endodontics**, v. 28, n. 6, p.457-460, 2002.

SIQUEIRA, Junior, J. F.; RÔÇAS, I. N.; LOPES, H. P.; ALVES, F. R. F.; OLIVEIRA, J. C. M.; ARMADA, L.; PROVENZANO, J. C. Biological principles of endodontic treatment of teeth with pulp necrosis and apical lesions. **Rev Bras Odontol**. v. 69, n.1, p. 8-14, 2012.

SOUZA, F. J.; TEIXEIRA, F. B.; HYZATUGU, R.; ZAIA, A. A. The evaluation of postoperative pain following apical foramen enlargement: a clinical study. **Journal of endodontics**, v. 24, n. 4, p. 291, 1998.

SOUZA, R. A. Limpeza do forame: uma análise crítica. **Jornal Brasileiro de Endo/Perio.**, v. 1, n. 2, p. 72-8, 2000.

SOUZA, C. A. S.; TELES, R. P.; SOUTO, R.; CHAVES, M. A. E.; COLOMBO, A. P. V. Endodontic therapy associated with calcium hydroxide as an intracanal dressing: microbiologic evaluation by the checkerboard DNA-DNA hybridization technique. **Journal of Endodontic**, v. 31, n. 2, p. 79-83, 2005.

SOUZA, M. A.; DE CARLI, J. P.; RODRIGUES, F. T.; PIUCO, L.; BISCHOFF, K. F.; BERVIAN, J.; et al. Evaluation of apical transportation and apical root sealing in root canals prepared with mtwo rotary system with and without apical enlargement—an in vitro study. **Bioscience Journal**, v. 37, 2021.

SOUZA, R. A. The importance of apical patency and cleaning of the apical foramen on root canal preparation. **Braz Dent J**, v. 17, n. 1, p. 6-9, 2006.

SOUZA, F. J.; BENATTI, O.; ALMEIDA, O. P. Influence of the enlargement of the apical foramen in periapical repair of contaminated teeth of dog. **Oral Surg Oral Méd Oral Pathol**, v. 64, n. 4, p. 480-484, 1987.

TINAZ, A. C. ALACAM, T.; UZUN, O.; MADEN, M.; KAYAOGU, G. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. **Journal of endodontics**, v. 31, n. 7, p. 533-535, 2005.

TOMSON, P.; SIMON, S. Contemporary Cleaning and Shaping of the Root Canal System. **Prim Dent J**, v. 5, n. 2, p. 46-53, May 2016.

USMAN, N.; BAUGARTNER, J. C.; MARSHALL, J. G. Influence of instrument size on root canal debridement. **Journal of Endodontics**, v. 30, n. 2, p. 110-112, 2004.

VERA, J.; ARIAS, A.; ROMERO, M. Effect of Maintaining Apical Patency on Irrigant Penetration into the Apical Third of Root Canals When Using Passive Ultrasonic Irrigation: An In Vivo Study. **Journal of endodontics**, v. 37, n. 9, p. 1276-1278, 2011.

VERSIANI, M. A.; PÉCORIA, J. D.; SOUSA Neto, M. D. N. Update in root canal anatomy of permanent teeth using microcomputed tomography. In: Endodontic Irrigation. **Springer**, v. 2, p. 15-44, 2015.

VIEIRA, M. L. O.; DANTAS, H. V.; DE SOUSA, F. B.; SALAZAR-Silva, J. R.; SILVA, E. J. N. L.; BATISTA, A. U. D.; LIMA, T. F. R. Morphologic Changes of Apical Foramen and Microcrack Formation after Foraminal Enlargement: A Scanning Electron Microscopic and Micro-computed Tomographic Analysis. **Journal of Endodontics**, v. 46, n. 11, p. 1726-1732, 2020.

WEIGER, R.; BARTHA, T.; KALWITZKI, M.; LÖST, C. A clinical method to determine the optimal apical preparation size. Part I. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics**, Saint Louis, v. 102, n. 5, p. 686-91, 2006.

YADAV, S. S.; SHAH, N.; NASEEM, A.; ROY, T. S.; SOOD, S. Effect of “Apical Clearing” and “Apical Foramen Widening” on Apical Ramifications and Bacterial Load in Root Canals. **The Bulletin of Tokyo Dental College**, v. 55, n. 2, p. 67–75, 2014.

YAYLALI, I. E.; TEKE, A.; TUNCA, Y. M. The Effect of Foraminal Enlargement of Necrotic Teeth with a Continuous Rotary System on Postoperative Pain: A Randomized Controlled Trial. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 3, p. 359–363, 2017.