



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

MIGUEL CHRISTIAN CASTILLO MARIN

**AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DE ÁREA E TRANSPORTE
FORAMINAL APÓS PREPARO E AMPLIAÇÃO APICAL**

2019

MIGUEL CHRISTIAN CASTILLO MARIN

**AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DE ÁREA E TRANSPORTE
FORAMINAL APÓS PREPARO E AMPLIAÇÃO APICAL**

Tese apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA.

Área: Endodontia. Linha de Pesquisa: Limpeza dos canais radiculares.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Antonio Talge Carvalho

São José dos Campos

2019

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2020]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Marin, Miguel Christian Castillo

Avaliação da variação de área e transporte foraminal após preparo e ampliação apical / Miguel Christian Castillo Marin. - São José dos Campos : [s.n.], 2019.

103 f. : il.

Tese (Doutorado em Odontologia Restauradora) - Pós-Graduação em Odontologia Restauradora - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2019.

Orientador: Claudio Antonio Talge Carvalho.

1. Patência. 2. Desbridamento foraminal. 3. Ampliação apica. 4. Limpeza foraminal. I. Carvalho, Claudio Antonio Talge, orient. II. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. III. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. IV. Universidade Estadual Paulista (Unesp). V. Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Claudio Antônio Talge Carvalho (Orientador)

Universidade Estadual Paulista
Instituto de Ciência e Tecnologia
Campus de São José dos Campos

Profa. Dra. Ana Paula Martins Gomes

Universidade Estadual Paulista
Instituto de Ciência e Tecnologia
Campus de São José dos Campos

Prof. Dr. César Rogério Pucci

Universidade Estadual Paulista
Instituto de Ciência e Tecnologia
Campus de São José dos Campos

Profa. Dra. Sandra Marcia Habitante

Fundação Universitária Vida Cristã
Campus de Pindamonhangaba

Profa. Dra. Marília Gabriela de Oliveira Lopes

Universidade do Vale do Paraíba
Faculdade Ciências da Saúde
Campus de São José dos Campos

São José dos Campos, 05 de dezembro de 2019

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Miguel e Rosa pelo apoio incondicional, amor, carinho e torcida plena pelo sucesso desse trabalho.

À minha querida esposa Thais pela paciência nos momentos mais difíceis desta trajetória. Pelo seu carinho. Por sempre me acompanhar.

Às minhas filhas Julia e Marina pela minha ausência involuntária nestes últimos anos. Vocês são minha inspiração e motivação maior para seguir em frente. Papai ama vocês.

À minha irmã Ivana, meu cunhado Alexandre, meus sobrinhos Luana, Adrian, Enzo, Manuela, por fazerem parte desse alicerce que nos sustenta e que se chama “Família”.

A todos os meus familiares e amigos que me fazem feliz pela sua companhia. Por me proporcionarem momentos de alegria e descontração renovando minhas energias sempre.

Que Deus os proteja sempre.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Unesp, na pessoa do diretor do Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos, Profa. Dra. Rebeca Di Nicoló e do vice-diretor Prof. Dr. Claudio Antônio Talge Carvalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora, na pessoa do coordenador Profa. Dr. Alexandre Luis Souto Borges.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Claudio Antônio Talge Carvalho por acreditar na concretização desse trabalho. Obrigado pela confiança.

Aos docentes do Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora, em especial a Profa. Marcia Carneiro Valera que é exemplo de dedicação.

Ao Instituto de Ciência e Tecnologia – ICT, da Universidade do Vale do Paraíba na pessoa da técnica de laboratório Priscila, pela disponibilidade de suas dependências e equipamentos fundamentais na elaboração desta pesquisa.

Ao Professor Dr. Miguel Angel Castillo Salgado, meu pai, pela dedicação, apoio e carinho na construção deste trabalho.

À professora Dra. Ângela Krabbe, da Universidade do Vale do Paraíba, pela paciência e disposição e auxílio imprescindível para finalização desse projeto.

Aos amigos Esteban, Bruna, Diego, Cassia, Rayane, Alessandra e Lais. Obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS.....	9
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Aspectos morfológicos da região apical	17
2.2 Considerações sobre patência apical	24
3 PROPOSIÇÃO	45
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	46
4.1 Seleção dos dentes.....	46
4.1.1 Critérios para inclusão dos dentes.....	46
4.2 Preparação dos dentes	48
4.2.1 Preparação dos canais radiculares	48
4.3 Divisão dos grupos experimentais.....	50
4.4 Preparo das raízes para microscopia eletrônica de varredura.....	51
4.5 Avaliação da área do forame apical	53
4.6 Avaliação do Transporte foraminal	54
4.7 Análise estatística	56
5 RESULTADOS	58
6 DISCUSSÃO	75
7 CONCLUSÃO	89
REFERÊNCIAS	90
APÊNDICE	98
ANEXO.....	103

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagens contendo as medidas do diâmetro dos forames obtidos por meio da análise em estereomicroscópio	47
Figura 2 - Fixação e sequência do preparo biomecânico das raízes	49
Figura 3 - Confeção dos suportes metálicos “stubs” e base de resina acrílica para travamento dos espécimes para Microscopia Eletrônica de Varredura	52
Figura 4 - Mensuração da área do forame no programa ImageJ (National Institutes of Health)	53
Figura 5 - Imagem representativa do forame apical antes da instrumentação	55
Figura 6 - Imagem representativa do forame apical após a instrumentação	55
Figura 7 - Fotomicrografia representativa da sobreposição das imagens antes e depois da instrumentação e gabarito de oito raios	56
Figura 8 - Fotomicrografia do forame de dente do Grupo 40.05(CD-1) - antes e após a instrumentação.....	58
Figura 9 - Fotomicrografia do forame de dente do Grupo 40.05(CD-1) - antes e após a instrumentação.....	59
Figura 10 - Fotomicrografia do forame do dente 7 – Grupo 45.01(CD) antes e após a instrumentação	59
Figura 11- Fotomicrografia do forame do dente 11 - Grupo 45.01(CD) antes e após a instrumentação	60

Figura 12 - Fotomicrografia do forame do dente 08 - Grupo 45.01(CD+1) antes e após a instrumentação	60
Figura 13 - Fotomicrografia do forame do dente 11 – Grupo 45.01(CD+1) antes e após a instrumentação	61
Figura 14 - Fotomicrografia do forame do dente 1 – Grupo 50.01(CD) antes e após a instrumentação	61
Figura 15 - Fotomicrografia do forame do dente 1 – Grupo 50.01(CD) antes e após a instrumentação	62
Figura 16 - Fotomicrografia do forame do dente 1 – Grupo 50.01(CD+1) antes e após a instrumentação	62
Figura 17 - Fotomicrografia do forame do dente 1 – Grupo 50.01(CD+1) antes e após a instrumentação	63
Figura 18 - Gráfico da variação da área do forame apical em função do tipo de preparo dos canais radiculares.....	66
Figura 19 - Fotomicrografia da sobreposição das imagens antes e após a instrumentação do forame apical do Dente 1 do Grupo Controle G40.05(CD-1)....	67
Figura 20 - Fotomicrografia da sobreposição das imagens antes e após a instrumentação do forame apical do Dente 1 do Grupo experimental 45.01(CD) ...	67
Figura 21 - Fotomicrografia da sobreposição das imagens antes e após a instrumentação do forame apical do Dente 1 do Grupo experimental 45.01(CD+1).....	68
Figura 22 - Fotomicrografia da sobreposição das imagens antes e após a instrumentação do forame apical do Dente 1 do Grupo experimental 50.01(CD)	68

Figura 23 - Fotomicrografia da sobreposição das imagens antes e após a instrumentação do forame apical do Dente 1 do Grupo experimental 50.01(CD+1).....	69
Figura 24 - Gráfico dos valores dos Coeficientes de Variação dos forames dos dentes do Grupo 45.01(CD) antes e após a instrumentação	69
Figura 25 - Gráfico dos valores dos Coeficientes de Variação dos forames dos dentes do Grupo 45.01(CD+1) antes e após a instrumentação	70
Figura 26 - Gráfico dos valores dos Coeficientes de Variação dos forames dos dentes do Grupo 50.01(CD) antes e após a instrumentação	70
Figura 27 -Gráfico dos valores dos Coeficientes de Variação dos forames dos dentes do Grupo 50.01(CD+1) antes e após a instrumentação	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias, desvio padrão (dp) e análise de variância da área (pixels) do forame, antes e depois dos tratamentos, nos vários grupos estudados.	64
Tabela 2 - Estatística descritiva da média da quantidade de desgaste de dentina e remoção de debris da região apical (área do forame) após instrumentação nos diferentes grupos experimentais.....	65
Tabela 3 - Comparação da a área de desgaste e remoção de debris entre os grupos experimentais com relação ao grupo controle - segundo teste Dunnett's....	65
Tabela 4 - Médias, desvio padrão (dp) e análise de variância do Coeficiente de Variação do forame, antes e depois dos tratamentos, nos vários grupos experimentais.....	71
Tabela 5 - Comparação dos valores de CV médio entre os grupos 45.01 (CD) e 50.01 (CD) após a ampliação foraminal (teste Mann Whitney)	73
Tabela 6 - Comparação dos valores de CV médio entre os grupos 45.01 (CD+1) e 50.01 (CD+1) após a ampliação foraminal (teste Mann Whitney)	73
Tabela 7 - Comparação dos valores de CV médio entre os grupos 45.01 (CD) e 45.01 (CD+1) após a ampliação foraminal (teste Mann Whitney)	73
Tabela 8 - Comparação dos valores de CV médio entre os grupos 50.01 (CD) e 50.01 (CD+1) após a ampliação foraminal (teste Mann Whitney)	74
Tabela 9 - Estatística descritiva e comparação da área do forame antes e depois dos tratamentos do Grupo Controle 40.05 (CD-1) - Teste t-Student	98

Tabela 10 – Estatística descritiva e comparação da área do forame antes e depois dos tratamentos do Grupo 45.01(CD) - Teste t-Student.....	98
Tabela 11 - Estatística descritiva e comparação da área do forame antes e depois dos tratamentos do Grupo 45.01(CD+1) - Teste t-Student.....	99
Tabela 12 - Estatística descritiva e comparação antes e depois dos tratamentos do Grupo 50.01(CD) - Teste t-Student (valores em pixels).....	99
Tabela 13 - Estatísticas descritivas e comparação da área do forame antes e depois dos tratamentos do Grupo 50.01(CD+1) - Teste t-Student.....	100
Tabela 14 - Valores absolutos (pixels) da área mensurada do forame dos dentes do Grupo I antes e após a instrumentação	100
Tabela 15 - Estatística descritiva do Coeficiente de Variação dos forames antes e depois do tratamento dos dentes do Grupo 45.01(CD) - Teste t-Student	101
Tabela 16 - Estatística descritiva do coeficiente de variação dos forames antes e depois do tratamento dos dentes do Grupo 45.01(CD+1) - Teste t-Student..	101
Tabela 17 - Estatística descritiva do coeficiente de variação dos forames antes e depois do tratamento dos dentes do Grupo 50.01(CD) - Teste t-Student	102
Tabela 18 - Estatística descritiva do coeficiente de variação dos forames antes e depois do tratamento dos dentes do Grupo 50.01(CD+1) - Teste t-Student..	102

Marin MCC Avaliação da variação de área e transporte foraminal após preparo e ampliação apical [tese]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, 2019.

RESUMO

A limpeza durante o preparo endodôntico tem por objetivo a eliminação de todo conteúdo séptico dos canais radiculares ao passo que a modelagem atribui ao mesmo conformação regressivamente cônica desde o orifício de sua entrada até o ápice, mantendo-se ao máximo sua anatomia original. Um dos maiores desafios da Endodontia é promover adequada limpeza e desinfecção de todo sistema de canais principalmente na região apical em equilíbrio com a manutenção da anatomia apical, o que favoreceria a reparação. Diante do exposto, este estudo teve como propósito, avaliar por meio da microscopia eletrônica, a capacidade de ampliação apical e transporte foraminal nos procedimentos de patência e alargamento utilizando instrumentos de *glide path* após instrumentação mecanizada. Para tal finalidade foram avaliados, por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), os forames de 60 raízes antes e após a instrumentação com sistema automatizado *Easy Pro Logic*. Todas as raízes foram preparadas com instrumento 40/05 com comprimento de trabalho 1 mm aquém e posteriormente complementadas com instrumentos de *glide path* 45/01 e 50/01 no comprimento do dente ou 1 mm além de acordo com os grupos experimentais. Os resultados revelaram que houve aumento do diâmetro apical estatisticamente significativo com consequentemente maior remoção de debris nos grupos onde foi realizada a ampliação foraminal. Em todos os grupos experimentais houve regularização no desgaste dos forames após a instrumentação com inexpressivo transporte apical, no entanto, o grupo onde foi realizada a ampliação foraminal com instrumento 40.01 além do comprimento do dente apresentou menor coeficiente de deformação e transporte foraminal. Conclui-se que melhores resultados, tanto na variação da área do forame quanto no transporte foraminal foram obtidos nos grupos onde foi realizada a ampliação apical.

Palavras-chave: Ampliação apical. Patência. Desbridamento foraminal. Limpeza foraminal. Transporte apical.

Marin MCC Evaluation of area variation and foraminal transport after preparation and apical enlargement [doctorate thesis]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2019.

ABSTRACT

Cleaning during endodontic preparation aims to eliminate all septic content from the root canals, while modeling attributes to the same conformation that is regressively conical from the entrance orifice to the apex, maintaining its original anatomy as much as possible. One of the greatest challenges in Endodontics is to promote adequate cleaning and disinfection of the entire canal system, mainly in the apical region, in balance with the maintenance of the apical anatomy, which would favor repair. In view of the above, this study aimed to assess, through electron microscopy, the capacity of apical enlargement and foraminal transport in the procedures for patency and enlargement using glide path instruments after mechanized instrumentation. For this purpose, the Scanning Electron Microscopy (SEM) evaluated the foramina of 60 roots before and after instrumentation with an automated Easy Pro Logic system. All roots were prepared with a 40/05 instrument with a working length of 1 mm below and then supplemented with 45/01 and 50/01 glide path instruments in the tooth length or 1 mm in addition to the experimental groups. The results revealed that there was a statistically significant increase in the apical diameter with consequently greater removal of debris in the groups where foraminal enlargement was performed. In all experimental groups there was regularization of foramen wear after instrumentation with inexpressive apical transport, however, the group where foraminal enlargement was performed with instrument 40.01 in addition to the length of the tooth showed a lower coefficient of deformation and foraminal transport. It was concluded that better results, both in the variation of the foramen area and in the foraminal transport, were obtained in the groups where the apical enlargement was performed.

Keywords: Apical enlargement. Patency. Foraminal debridement. Foraminal cleaning. Apical transport.

1 INTRODUÇÃO

O preparo biomecânico é considerado pela maioria dos autores, como a fase mais importante do tratamento endodôntico (Auerbach, 1953; Stewart et al., 1961; Nair et al. 1990; Souza, 1998; Ricucci, 1998). Trabalhos de pesquisa, em número considerável, demonstraram que a fase químico-cirúrgica, ou seja, o preparo biomecânico dos canais radiculares, desempenha um relevante papel, sendo considerado um dos princípios básicos do tratamento (Leonardo et al., 2012).

Após a realização do preparo biomecânico, em virtude da ação mecânica de limpeza dos instrumentos e das soluções irrigadoras, poucos microrganismos são encontrados nas paredes da luz do canal radicular, razão pela qual as porcentagens de resultados de colheitas bacteriológicas negativas, obtidas imediatamente após essa terapia, são altíssimas, mas não refletem com fidelidade a verdadeira contaminação de todo o sistema de canais radiculares (Leonardo et al., 2012).

Não há menor dúvida que a instrumentação complementada pela irrigação e sucção constitui um recurso insuperável na remoção dos materiais orgânico e inorgânico, e de bactérias e detritos do canal principal, mas não do sistema de canais radiculares (Leonardo et al., 2012).

A limpeza tem por objetivo, a eliminação de todo conteúdo dos canais radiculares (tecido pulpar, restos necróticos, microrganismos, seus produtos e subprodutos, etc.), ao passo que a modelagem tem por objetivo atribuir ao canal radicular uma conformação regressivamente cônica, desde o orifício de sua entrada, ao nível da câmara pulpar, até o ápice, mantendo-se ao máximo sua anatomia original (Schilder, 1974).

Os microrganismos presentes nos canais radiculares estão relacionados com as doenças pulpares e periapicais. Estes podem sobreviver ao preparo químico-mecânico dos canais radiculares tornando-se uma das principais causas de insucesso nos tratamentos endodônticos (Distel et al., 2002). Algumas bactérias resistentes possuem mecanismos adaptativos eficientes que permitem sua sobrevivência em novos ambientes e circunstâncias biológicas, mesmo com a realização de limpeza e modelagem adequadas dos canais radiculares (Sundqvist et al., 1998; George et al., 2005). Grande parte destes microrganismos que persistem, estão localizados no terço apical do canal radicular (Nair et al., 1990).

Vários autores relatam casos clínicos de insucesso no tratamento endodôntico causados pela presença de biofilme apical (Carr et al., 2009; Ricucci, Siqueira Jr, 2008; Ricucci, Siqueira Jr, 2011).

Dentre as espécies bacterianas endodônticas que podem estar envolvidas na formação de biofilme, *Enterococcus faecalis* é a uma das mais importantes (Spratt et al., 2001). Trata-se de bactéria Gram positiva, anaeróbia facultativa, que possui a habilidade de sobreviver no interior de canais radiculares, mesmo após a realização do tratamento endodôntico. Ela tem a capacidade de adaptar-se em ambientes com tensão de oxigênio reduzida, pouca disposição de nutrientes e com a presença de antibióticos que agem selecionando microrganismos no interior do canal radicular (Sundqvist et al., 1998; Kayaoglu et al., 2011).

O sistema de limas *Easy ProDesign Logic* (Easy Equipamento Odontológico, Jardinópolis, Belo Horizonte- MG, Brasil) se constitui em um sistema simples, eficiente e rápido. Seguindo o conceito de lima única e de preparos conservadores, o sistema *Logic* busca a simplificação da técnica e possibilita ao dentista realizar tratamentos endodônticos com uma única lima, após a exploração do canal e estabelecimento da patência.

Apresenta curva de aprendizado baixa, design inovador e baixo efeito de parafusamento. Pode ser utilizada também em movimento recíprocante e em qualquer motor de endodontia do mercado.

Um dos maiores desafios da Endodontia é promover adequada limpeza e desinfecção de todo sistema de canais radiculares, processo dificultado pela grande variabilidade morfológica desse sistema, principalmente na região apical (Souza, 1998).

Apesar de muito controverso, o limite apical de limpeza e desinfecção respeita os limites do comprimento de trabalho aquém do vértice radiográfico, na intenção de evitar injúrias aos tecidos periapicais (Ricucci, 1998).

No entanto, o estabelecimento do limite apical de instrumentação ao redor do limite CDC (Cemento-dentina-canal) restringe a limpeza ao canal dentinário, sujeitando a permanência de resíduos, lama dentinária e biofilme bacteriano a luz do canal cementário (Flanders, 2002).

O papel dos microrganismos no desenvolvimento e perpetuação das patologias periapicais é bem conhecido, evidenciando a colonização bacteriana na região de canal cementário sendo a predominância de espécies anaeróbias facultativas e gram-positivas, muitas vezes resistentes às soluções químicas auxiliares ou medicações intra-canal. Tal fato trouxe mudanças importantes no que diz respeito a determinação do limite de instrumentação, levantando a importância de não limitar a instrumentação a um ponto localizado 1 mm aquém do vértice radiográfico mas estendendo esse processo a todo comprimento do canal (Baumgartner, 1991).

A limpeza do forame apical pode ser realizada por um instrumento que percorre toda a extensão do canal radicular até a abertura foraminal. Este procedimento é chamado de patência apical e sua necessidade é justificada por motivos mecânicos e biológicos prevenindo acúmulo de debris na região apical,

mantendo o forame desobstruído e favorecendo a desinfecção dessa região (Holland et al., 2005).

Diante do exposto, este estudo tem como propósito avaliar, por meio da microscopia eletrônica, a capacidade de remoção de debris e transporte do forame nos procedimentos de patência e alargamento foraminal utilizando instrumentos de *glide path*, após instrumentação mecanizada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos morfológicos da região apical

A compreensão da anatomia, morfologia e fisiologia do terço apical é de suma importância para o profissional clínico endodontista, assim como o conhecimento dos tecidos e estruturas que o compõem dentro e além de seus respectivos limites, visto que o exame radiográfico, comumente e diariamente utilizado como recurso auxiliar, não revela a morfologia exata da raiz.

Kuttler (1955) avaliou por meio da microscopia óptica, a morfologia dos ápices radiculares de 268 dentes humanos. Para tal análise foram consideradas duas faixas etárias, 18 a 25 anos e acima de 55 anos. Os resultados mostraram que para o grupo de 18 a 25 anos, o forame apical apresentava diâmetro de 0,502 mm e para os dentes de pessoas com mais de 55 anos 0,681mm; o limite CDC tinha diâmetro de 0,306 mm para os mais jovens e 0,274 mm para o grupo de mais de 55 anos; a distância do vértice do ápice ao centro do forame apical (decentralização do forame) era de 0,495 mm no primeiro grupo e 0,607 mm para os com mais de 55 anos; a distância do forame apical à menor constricção apical era de 0,524 mm nos mais jovens e 0,659 mm nos demais. Além dessas medidas, o autor observou que 68% dos forames apicais de pessoas de 18 a 25 anos se posicionavam descentralizados em relação ao ápice radicular enquanto este índice subia para 80% naquelas com mais de 55 anos. Outro ponto foi que em 43% dos dentes o limite CDC só foi visualizado em maior aumento ou não foi possível defini-lo para as com 18 a 25 anos, enquanto nos dentes de pessoas com mais de 55 anos este índice era de 26%. Baseado nesses dados, o autor expressa as seguintes conclusões: a) o desvio do centro do forame apical aumenta em relação ao ápice radicular com a idade; b) o diâmetro do forame

apical aumenta com a idade devido à contínua deposição de cimento e os forames apicais são um pouco mais largos no sentido vestibulo-lingual do que no sentido mésio-distal; c) por ser um cone invertido, o canal cementário não pode ser preenchido hermeticamente durante a obturação do canal; d) os limites mesial/distal e vestibular/lingual do canal cementário, na maioria dos casos, são observados no mesmo nível; e) a maior constrictão apical geralmente se encontra em dentina, deste ponto em diante tem início o cone invertido do canal cementário; f) a espessura média do cimento apical foi de 0,5 mm nas pessoas jovens, tornando-se maior com a idade, sendo esta uma das justificativas para a obturação dos canais não se dar a menos de 0,5mm.

Green (1956) estudou ápices de 400 dentes anteriores, superiores e inferiores, relatando ter observado forames apicais excêntricos ao ápice radicular, com forma circular (55%), oval (27%), serrilhado (12%), podendo ser com menor frequência assimétricos, semilunares ou em ampulheta. Olhados em profundidade, os forames eram a base de um funil pronunciado em 30% dos casos, que apresentava, a 1mm de profundidade, um diâmetro, em geral, equivalente a 50% do encontrado na superfície radicular. A análise da estrutura mineral evidenciou uma camada de cimento de 0,25 mm de espessura que na porção final da raiz chegava a no máximo 1mm. Outra observação foi que, com exceção dos forames localizados no centro do ápice, os instrumentos utilizados para a exploração do canal realizavam uma curva, de 10 a 60°, para chegar à superfície radicular, no milímetro final do canal, devido à curvatura que os canais apresentavam em sua porção final, mesmo em raízes retas. O autor encontrou um diâmetro médio do forame apical de 0,5 mm para os caninos superiores, 0,3 para os incisivos e caninos inferiores. Os forames com menor frequência saíam diretamente no ápice dos dentes inferiores (23%) do que nos superiores avaliados (40%).

Palmer et al. (1971) analisaram radiografias de 40 dentes extraídos

procurando determinar a posição do forame apical quando limas eram introduzidas até a altura do ápice radiográfico. Os autores concluíram neste estudo que em metade dos casos a lima estava ultrapassando o forame apical.

Burch e Hulen (1972), verificaram que o desvio do forame apical principal em relação ao ápice radicular mede em média 0,59 mm e ocorreram em 92,4% dos casos analisados. Salientaram que os clínicos devem ter esses dados em mente durante os processos de odontometria, instrumentação dos canais e obturação de maneira a evitar a invasão do ligamento periodontal, tecido este relatado como intocável, e essencial a reparação pós tratamento.

Simon et al. (1981) analisaram por meio de microscopia eletrônica de varredura e espectometria (*energy dispersive x-ray spectrometry*) a estrutura do cimento da região apical em dentes vitais e com necrose pulpar e lesão periapical. Os autores verificaram as diferenças estruturais e da composição do cimento nestas duas situações, encontrando nos casos de normalidade projeções, as correspondentes depressões e fibras regularmente distribuídas, enquanto, nos espécimes doentes, observaram distribuição irregular com mais projeções e depressões, porém com menos fibras, com diferença estatisticamente significativa. As reabsorções de superfície foram um achado consistente nos espécimes doentes; as áreas de reabsorção tinham forma côncava, semelhantes a uma baía. Nestas “bairas” eram observadas inúmeras pequenas protuberâncias. A análise com espectometria demonstrou diferenças entre o cimento normal e o doente, evidenciadas pela modificação na proporção fósforo/cálcio, normalmente semelhante. A camada amorfa e o cimento abaixo dela apresentaram menores concentrações de cálcio, enquanto o cimento celular doente apresentava maiores concentrações de cálcio. Além desses dados relatados, os autores afirmam que os efeitos da inflamação sobre o cimento são reabsorção e necrose. Porém, este mesmo cimento que sofre reabsorção apresenta áreas de neoformação cementária.

Dummer et al. (1984) ao avaliaram a posição e topografia do forame apical e da constricção apical em 270 dentes, incisivos, caninos e pré-molares, verificaram que a distância média do ápice dental ao forame apical era de 0,38 mm (0,23 no incisivo superior a 0,47 no canino inferior, variando de um mínimo de 0 a um máximo de 1,93 mm) e do ápice dental à constricção apical de 0,89 mm (0,79 no incisivo inferior a 0,99 nos pré- molares inferiores, variando de 0,07 a 2,68 mm). Na avaliação da constricção apical, os autores constataram que havia maiores variações de forma que as descritas habitualmente. Citam a constricção simples, como se conhece nas descrições clássicas, encontrada em 46% dos casos, com uma distância média ao ápice de 1,07 mm; uma constricção afunilada, em que a constricção se confunde com o forame apical, encontrada em 30% dos casos, com uma distância ao ápice de 0,52 mm; casos de constricções múltiplas, em que se verificam várias constricções consecutivas à medida que se aproxima do forame apical, encontrada em 19% dos casos, a 1,08 mm do ápice; e a constricção de paredes paralelas, em que a porção denominada canal cementário tem este direcionamento, comum a 5% dos canais avaliados, estando a 1,14 mm do ápice, em média. Os autores enfatizam que esses dados são muito importantes para a determinação correta do comprimento de trabalho.

De acordo com Stein e Corcoran (1990), o ponto de constricção apical, também conhecido como forame apical menor, é descrito como a porção mais estreita do canal e representa o local em que a polpa e o tecido periodontal se limitam. O forame apical, também conhecido como forame apical maior, apresenta-se como uma circunferência no fim do canal radicular e constitui a sua saída da raiz.

Os autores verificaram também, quanto a histomorfologia da região apical, que há um aumento na distância do forame apical ao ápice com a idade, devido à continua deposição de cemento ao longo de toda vida do dente.

Segundo Ponce e Fernandez (2003) o limite CDC e a constrição apical, na grande maioria das vezes, não constituem o mesmo ponto anatômico. Acredita-se assim que sua posição é de aproximadamente 1 mm aquém do ápice radicular radiográfico. Acrescentam ainda que a constrição apical e o forame apical não são referências anatômicas confiáveis para definir o limite apical durante a instrumentação tendo em vista que o ponto de encontro dos tecidos endodôntico e periodontal são passíveis de variação.

Tinaz et al. (2005) verificaram o aumento da extrusão de raspas de dentina durante a instrumentação de canais com forames ampliados até o equivalente a uma lima 20 ou 40 antes da instrumentação. Este fato ocorreu durante o uso de técnica manual ou utilizando instrumentos rotatórios (ProFile.04). A extrusão foi maior nos dentes em que a ampliação do forame foi maior.

Segundo Siqueira Jr (2005), o canal radicular é constituído de dois cones sobrepostos pelo vértice, sendo um cone maior que ocupa praticamente toda a sua extensão, chamado de canal dentinário que abriga e confina o tecido pulpar, e outro menor, o canal cementário, constituído por tecido periodontal. A junção cimento-dentinária, também conhecida como limite CDC (canal-dentina-cimento), é o ponto de encontro desses dois cones, posicionado de forma variável em função da extensão do canal cementário. Essa variação morfológica natural dos ápices radiculares é devido a contínua e gradual deposição de cimento durante toda a vida do dente, causando um aumento da distância do ponto de maior constrição do canal ao ápice radicular.

Baugh e Wallace (2005) relataram os estudos de sua revisão de literatura sobre a instrumentação da região apical durante os tratamentos endodônticos. Os resultados desse levantamento sugerem que a constrição apical, em sua secção transversal, tende a ter forma ovalada. Já o diâmetro da constrição apical, segundo a literatura, varia de canal para canal e pode ser modificada pela

deposição de dentina secundária depositada com a idade. Essa dimensão variou, nos dentes analisados, de um calibre correspondente a uma lima 25 até a 40. Os autores ressaltam ainda a necessidade de serem realizadas mais pesquisas sobre as dimensões e a forma da constrição apical devido a grandes variações observadas e ao pequeno número de dentes avaliados em alguns estudos já realizados anteriormente.

Poladian et al. (2006) analisaram as dimensões horizontais dos canais radiculares de 394 dentes, nos seus terços apical, médio e cervical. No terço apical, com referência a 1 mm do ápice radicular, os autores encontraram um calibre variável de 0,22 a 0,5 mm, apresentando uma média de 0,34 mm. Enfatizaram que o calibre médio dos canais radiculares em seu milímetro final é muito superior ao clinicamente indicado como suficiente para limpar e dar forma ao canal nesta região.

Ao analisarem a anatomia apical dos canais de 30 dentes pré-molares inferiores humanos com raízes completamente formadas, Hassanien et al (2008) verificaram que a constrição apical apresentava 0,22 mm de diâmetro enquanto que a 0,5 mm de distância do forame o diâmetro era de 0,33 mm, a 1 mm de distância 0,28 mm e a 1,5 mm distante do ápice, 0,25 mm. Observaram assim que o limite CDC não coincidia com o ponto de maior constrição do canal radicular, sendo este localizado mais próximo ao forame externo. Os autores afirmaram ainda que a zona de maior constrição foi encontrada mais distante do forame do que o ponto limite do comprimento de trabalho clinicamente estabelecido.

De acordo com Hassanien et al. (2008), o limite Canal-dentina-cimento é apenas uma condição histológica e não uma referência clínica no sistema de canais radiculares, e sua posição em relação ao forame apical é variável, podendo ser dependente também de outros fatores, como aumento da deposição de cimento (fisiológica ou patológica) ou reabsorção radicular. Ambos os

processos são fortemente influenciados pela idade, trauma, movimentação ortodôntica, patologia perirradicular ou doença periodontal.

Martos et al. (2009), realizaram um estudo com novecentos e vinte e seis dentes sem reabsorção radicular com o objetivo de determinar a distância entre o ápice radicular e o forame apical principal. Os dentes foram seccionados na junção cimento-esmalte e as amostras montadas em lâminas de microscópio para a medição da distância entre o forame principal e o ápice da raiz. A média da distância foi de 0,69 mm, sendo que a maior foi encontrada em molares superiores (0,95 mm). O forame principal localizado no ápice radicular foi encontrado em 40% dos dentes, sendo o desvio mais frequente (20%) para a vestibular e para distal (14%).

De acordo com Martos et al. (2010), a posição do forame apical, comumente conhecido como forame apical maior, tem sido objeto de investigação tanto nos mais remotos estudos de anatomia da região apical como os mais recentes, visto que na maioria das vezes sua localização não coincide com o ápice radicular radiográfico. Afirmam ainda que geralmente o forame apical maior apresenta-se desviado do ápice radicular nos valores de 50% a 100% nesses diferentes estudos.

Segundo Burgel (2011), em mais de 60% dos canais o forame principal não está localizado no ápice radicular, sendo que a distância do forame apical maior tem uma variação de até três milímetros do ápice radiográfico, o que justifica algumas técnicas odontométricas determinarem comprimentos de trabalho milímetros aquém dessa referência e reforça a necessidade do uso de localizadores apicais para determinação desse limite.

No mesmo ano, Souza et al. (2011) utilizaram oitenta e quatro dentes incisivos centrais superiores para avaliarem a posição do forame em relação ao ápice radicular. Para este estudo foram introduzidas Limas K com aumento sequencial de calibres no canal radicular até a ponta ficar visível no forame e

oferecer a sensação tátil de ajuste no canal cementário. Posteriormente os instrumentos foram fixados no interior do canal com cianoacrilato de metila. Os ápices foram examinados por meio de microscopia eletrônica de varredura e as imagens capturadas analisadas digitalmente. Observou-se que 75% dos forames apresentaram saída lateral em relação ao ápice radicular e 25% coincidiram com ele.

2.2 Considerações sobre patência apical e ampliação foraminal

Um dos objetivos principais do tratamento endodôntico é minimizar a quantidade de microrganismos e detritos patológicos do sistema de canais radiculares, no entanto, as características anatômicas do sistema formado pelos canais principais e secundários impossibilitam o acesso de instrumentos a todas as regiões infectadas, além disso, os túbulos dentinários favorecem a invasão microbiana tornando necessária a utilização de soluções químicas auxiliares (Schilder, 1974).

Schilder descreveu ainda seu ponto de vista sobre a limpeza e modelagem do canal, forjando a famosa expressão “*cleaning and shaping the root canal*”, revolucionando os conceitos até então estabelecidos para esta etapa do tratamento endodôntico; ademais criou um marco para a conceituação da moderna Endodontia. O autor defende que o forame apical seja mantido em sua posição original, e mantido tão pequeno quanto seja possível. O autor cita não acreditar que seja possível tornar os canais circulares ao ampliá-los, exceto em raízes perfeitamente retas. O autor defende que em casos de necrose pulpar o forame seja limpo sem grandes ampliações, apenas o suficiente para garantir a limpeza da região foraminal.

Weyne et al. (1975) já analisavam o efeito da instrumentação em canais curvos em blocos de resina acrílica. Observaram que, independente do operador, do tipo de instrumento empregado ou cinemática das limas, nenhum dos canais ganharam forma afunilada no sentido coroa-ápice. Constataram que a porção mais constricta do canal modelado estava posicionada no meio da curvatura, dando-lhe um formato de ampulheta mesmo utilizando limas pré-curvadas, instrumentos estes retificados pelos movimentos de penetração e retirada do canal. Em alguns casos a instrumentação era realizada além do forame, onde as fotografias desta região mostraram que as limas os ampliaram criando um formato de gota à qual os autores deram a denominação de “zip”.

Benatti et al. (1985) analisaram histologicamente o efeito da ampliação do forame apical, em dentes com polpa viva de cães adultos. Cento e trinta e quatro canais de pré-molares de 13 cães foram preparados 2 mm aquém do ápice radiográfico e após esta instrumentação, os forames apicais foram ampliados até os calibres 40 ou 60 ou 80; e os canais obturados a 1-2 ou 3 mm. Os cães foram sacrificados após períodos pós-operatórios de 3, 7, 30 e 120 dias. As observações histológicas foram variadas. Aos três dias observaram coágulo sanguíneo, fragmentos de tecido mineralizado e tecido do ligamento periodontal desorganizado e intensamente inflamado. Aos sete dias verificaram o início do processo de organização, com um tecido de granulação inconsistente se projetando para dentro do canal; em alguns casos o tecido de granulação apresentava infiltrado inflamatório crônico, em outros se encontrava mais fibroso, não se observando diferença nos vários grupos experimentais. Aos 30 dias foi identificado invariavelmente um “coto pulpar artificial” caracterizado por uma celularidade aumentada e intensa proliferação de fibroblastos e angioblastos, livre de inflamação; uma fina camada de cemento começava a se depositar nas paredes internas do canal, apresentando, o tecido sobre este novo cemento, normalidade. No grupo de dentes analisados após 120 dias, os autores

observaram evidência de maturação do tecido invaginado, expressa pela redução da celularidade, apresentando maior densidade de fibras e paredes dos vasos sanguíneos bem definidas. Neste último período foi verificada a formação de tecido ósseo invadindo o canal via forame apical quando este foi alargado com a lima 80. Outro achado nos casos observados por maior prazo foi o aumento da espessura do cimento depositado recobrimdo a parede dentinária do canal.

Souza Filho et al. (1987) demonstraram, em cães, que após a ampliação do forame apical até a lima 60, em casos com necrose e lesão apical, obturados 2 a 3 mm aquém, ocorreu, no prazo de 90 dias, invaginação de tecido do ligamento periodontal ocupando a porção do canal preparada e não obturada, em 67,8% dos casos. Na maioria dos casos a lesão apical pré-existente, nesse momento, tinha reduzido a um pequeno espessamento visível radiograficamente. Em alguns casos persistiu a lesão pré-existente, possível e provavelmente devido à permanência da infecção. Na maioria dos casos em que houve invaginação de tecido, este se apresentava fibroso com um moderado infiltrado inflamatório crônico. Achados histológicos comuns eram: a formação de cimento reparando áreas de reabsorção, cimento recobrimdo a parede interna do canal e no contato do tecido invaginado; em contato com o material obturador, uma camada hialina sem evidência de calcificação.

Walia et al. (1988), publicaram os resultados iniciais relativos à flexibilidade das limas de níquel-titânio, comparando-as às limas convencionais de aço inoxidável. Os resultados indicaram uma flexibilidade cinco vezes maior para as limas de NiTi. Tais resultados são indicados como promissores, sugerindo o uso destes instrumentos no preparo do canal de raízes curvas.

Neste estudo Parris et al. (1994) avaliaram histológica e radiograficamente a qualidade da modelagem apical com ou sem limpeza foraminal. Foram avaliados tanto a extensão do transporte de forame como o acúmulo de detritos no terço apical. Para este fim, cinquenta e quatro dentes

extraídos com polpas vitais e canais curvos foram divididos em dois grupos. Após a preparação pela técnica de instrumentação *step-back*, a limpeza foraminal ocorreu em 29 dentes, sendo 25 instrumentados somente em canal dentinário. As radiografias antes e pós tratamento foram sobrepostas para avaliar o desvio do canal radicular. O terço apical foi ainda examinado histologicamente e classificado, com base nos seguintes parâmetros: tecido remanescente, raspas de dentina e outros detritos e aplainamento das paredes do canal. Radiograficamente, o grupo que recebeu a limpeza foraminal mostrou ligeiro desvio do canal durante o preparo. Histologicamente, o mesmo grupo também mostrou de forma significativa menos tecido remanescente, menor quantidade de detritos e mais paredes do canal aplainadas. Este experimento mostrou que na região apical, a técnica de limpeza foraminal resultou em melhor desbridamento, com aumento mínimo no transporte apical. Os autores afirmam ainda que a instrumentação do terço apical em canais curvos é um procedimento difícil tanto no quesito desbridamento quanto na manutenção da forma do canal e que a limpeza da região apical deve ser realizada após a limpeza e modelagem do canal, girando sequencialmente limas de dois a quatro tamanhos maiores que o da lima apical inicial (mestre) no comprimento de trabalho (limite zero).

Souza Filho (1995) e Souza Filho et al. (1996) avaliaram a influência do nível da obturação e do alargamento do forame apical no processo de reparo tecidual. As obturações, realizadas em pré-molares inferiores de cães adultos, foram realizadas a 1-2 e 3-4 mm do ápice; e o alargamento do forame apical foi até a lima 25 ou 40. Para a avaliação histopatológica da região apical, os cães foram sacrificados 180 e 360 dias após as obturações. No grupo experimental de 180 dias, os autores relatam ter encontrado tecido conjuntivo invaginado variando de mais celular, apresentando predominância de angioblastos e fibroblastos, a um tecido conjuntivo mais maduro e fibroso; foram frequentemente encontradas deposições de cimento nas paredes dos canais. No

mesmo período experimental, no grupo controle, no qual os canais não eram obturados, foram observadas consistente inflamação periapical e ausência de invaginação de tecido conjuntivo. Após 360 dias, os autores observaram quadro semelhante ao grupo anterior, porém, com predomínio de tecido conjuntivo mais fibroso. Além disso, nesse período foi maior a ocorrência de tecido mineralizado obturando totalmente o forame apical.

Ribeiro et al. (1998), em estudo com raízes mesiais de molares inferiores, verificaram que a ampliação foraminal realizada de forma intencional não provocou transporte do forame apical de forma significativa quando utilizada técnica de instrumentação escalonada, ultrassônica ou Canal Finder. No entanto, observaram menor transporte de forame nos casos onde foi utilizada a técnica ultrassônica, seguida da escalonada e do sistema Canal Finder.

Souza (1998) relatou os resultados observados na preservação de 20 dentes com lesão apical tratados convencionalmente, com o detalhe de terem tido seus forames apicais mantidos patentes com a passagem de uma lima fina. O autor verificou que a distância do término da obturação ao ápice radiográfico não foi o fator mais influente no sucesso do tratamento, sendo a qualidade da limpeza e modelagem do canal o fator mais importante.

Aragão et al. (1998) analisaram a forma do forame apical, em 60 caninos superiores, após instrumentação 1 mm além do comprimento do canal, com limas flexofile e NiTiflex, utilizadas manualmente em movimento de limagem ou alargamento, e com instrumentação mecânico-rotatória, empregando os sistemas Quantec, LigthSpeed e Profile. Os ápices foram fotografados após a instrumentação, com câmera fotográfica dotada de lente para macrofotografia, e as imagens, depois da revelação das fotos, foram medidas e definido o fator de regularidade, pela divisão do maior diâmetro pelo menor diâmetro. Os canais apresentavam diâmetros anatômicos compatíveis com limas 15, 20 e 25 e curvatura moderada. A ampliação do extremo apical do canal foi levada em

todos os canais ao calibre 35. Os resultados indicaram que as limas de níquel-titânio, usadas manualmente, ou acionadas a motor, produziram canais mais circulares do que as limas de aço inoxidável, movimentadas manualmente. Comparando o movimento dado às limas ocorreu menor deformação com o movimento oscilatório, sendo o pior resultado observado com as limas de aço em movimento de limagem.

Beeson et al. (1998) compararam a extrusão de raspas de dentina e formação de *plug* apical em canais instrumentados com limas manuais e sistema Profile, com e sem patência apical. Os resultados indicaram que a maior extrusão aconteceu quando os instrumentos trabalharam no limite do forame apical, com pior desempenho para a instrumentação escalonada com limas tipo K. O Sistema Profile, a 1 mm do forame apical, provocou menor extrusão. Quando os canais foram trabalhados a 1 mm, por qualquer das técnicas, foi observada a formação de *plugs* dentinários apicais.

Shadid et al. (1998) verificaram, *in vitro*, em canais curvos, que a movimentação do centro do canal na porção apical (transporte apical) e o aumento da área do canal foram maiores quando canais de raízes mesiais de molares superiores e inferiores foram instrumentados por forças balanceadas com limas Flex-R do que quando a instrumentação foi feita com o Sistema Lightspeed com limas níquel-titânio. Na porção cervical a diferença não foi estatisticamente significativa para estes dois critérios – transporte e aumento da área ampliada. Os autores consideram que o resultado encontrado de maior deformação no terço apical não é surpreendente já que os canais apresentavam curvas entre 20° e 35°. No terço cervical o acesso direto ao canal proporcionou desempenhos similares. Os autores citam que o melhor desempenho do Sistema Lightspeed era esperado visto que os instrumentos de liga níquel-titânio são mais flexíveis. As duas técnicas significaram ampliações apicais circulares ou levemente ovais, adequadas à correta obturação do canal.

Lam et al., em 1999, instrumentaram canais curvos, em blocos de resina, com diversos instrumentos, de aço inoxidável ou de NiTi, e analisaram fotograficamente as modificações provocadas pelo desgaste da resina. Os canais foram instrumentados 1 mm além do forame, com limas de calibre 15 ao 40. Os resultados apontaram que as limas de aço inoxidável, à altura do forame, produziram maior deformação do que as de liga NiTi. As medidas dos desgastes indicaram que, na face convexa da curva apical, houve maior deformação no limite do forame, aumentando proporcionalmente com o aumento do diâmetro do instrumento utilizado. Na face côncava da curvatura apical ocorreu o inverso, com menor deformação no limite do forame. Ocorreu aumento do transporte do canal com o aumento do diâmetro da lima para todos os tipos de limas e todas as áreas do canal analisadas. Os autores presumem que nos canais instrumentados com limas de liga NiTi a obturação com cones de maior calibre, a 1 mm do forame, será provavelmente mais bem adaptada ao canal, devido a sua maior regularidade, do que nos canais instrumentados com limas de aço inoxidável, nos quais ocorreu maior deformação.

Souza (2000) analisa a importância da limpeza do forame apical. O autor salienta que classicamente o endodontista respeita os tecidos periapicais, fato que não causa problema em casos de polpa viva, porém é discutível em casos de necrose pulpar devido à contaminação do terço apical do canal. Salienta, também, que a limpeza do forame tem um objetivo biológico, pois, ao serem removidos os irritantes desta região do canal favorece o processo de reparo; e um objetivo mecânico, pois ao evitar a obstrução do canal por raspas de dentina condensadas, favorece o adequado efeito das soluções irrigadoras e da medicação intracanal. O autor observa que manter patente o forame apical, com limas de fino calibre, é diferente de limpá-lo. Patência seria recapitulação evitando a deposição das raspas e bloqueio do canal, e a limpeza do forame apical seria conseguida trabalhando com uma lima justa à constrictão apical. O

autor recomenda que a patência seja mantida durante a instrumentação e a limpeza seja feita ao final. Para os casos de polpa viva, cita que a limpeza teria de ser feita com vários instrumentos, já que a remoção de tecido vivo desta região seria mais difícil do que o que ocorre nas necro-pulpectomias; porém, devido ao excesso de manipulação o autor não a recomenda.

Lambrianidis et al., em 2001, observaram a influência da patência do forame apical na extrusão via forame ocorrida durante a instrumentação em 33 incisivos superiores com raízes retas. Os dentes foram adaptados à tampa de frascos de vidro e instrumentados pela técnica escalonada até o calibre 30 na altura da constrição apical e escalonados até instrumento nº 70, 3,5 mm aquém deste ponto. O hipoclorito de sódio e os detritos dentinários extravasados via forame foram pesados. Os canais foram novamente trabalhados com a ampliação do forame com uma lima 30 passando 3 mm além do limite da instrumentação anterior. A seguir os canais foram instrumentados até a lima 55, 1,5 mm aquém do comprimento de trabalho anterior, para criar um degrau, e o canal foi escalonado até a lima 90. Após esta segunda etapa, foram novamente coletados e pesados o hipoclorito de sódio e os detritos dentinários extravasados. As pesagens indicaram um extravasamento de 0,404 g na primeira etapa e 0,015 g na segunda etapa, após a patência do canal. Os autores enfatizam o paradoxo, comparando seus resultados com a literatura pertinente, relativo ao maior extravasamento no momento em que se esperaria menor extravasamento proporcionado pela formação de um tampão de raspas de dentina na porção apical.

Pereira et al. (2001) encontraram menor transporte apical em um estudo *in vitro*, utilizando raízes de méso-vestibulares de molares superiores, com 23° a 29° de curvatura, quando os canais foram instrumentados com limas de liga níquel-titânio, quando comparadas a limas de aço inoxidável. O movimento de instrumentação utilizado foi o de limagem, com técnica escalonada, e diâmetro

cirúrgico 25 para todos os casos. Os autores presumem que, embora não tenha sido observada diferença estatisticamente significativa, o melhor desempenho da lima níquel-titânio se deveu a sua maior flexibilidade, portanto significando, também, que a maior rigidez dos instrumentos de aço inoxidável significou maior transporte do canal. Os autores relacionam o aumento do transporte ao aumento do calibre da lima endodôntica em uso. Relatam que o movimento de limagem empregado encontra discordância na literatura, havendo defensores dos movimentos rotacionais como sendo melhores para que o preparo final do canal apresente forma circular.

Coldero et al. (2002) avaliaram a capacidade de redução bacteriana utilizando instrumentos rotatórios de níquel titânio em 114 raízes de molares superiores previamente esterilizadas e reinfetadas com *Enterococcus faecalis*, com e sem alargamento apical. No grupo A foi realizado o alargamento apical, no grupo B não foi realizado o alargamento apical e no grupo C foi feito apenas a irrigação sem preparação mecânica. Os resultados demonstraram que 94% das raízes do grupo A estavam livres de bactérias, seguido de 81% no grupo B também livre de contaminação. No grupo C todas as raízes continuaram com bactérias. Com base nos resultados encontrados os autores concluíram que não é necessário remover dentina na parte apical do canal radicular mesmo em canais contaminados desde que seja realizado um bom preparo cervical que permita uma irrigação satisfatória de toda extensão do canal radicular.

Wu et al. (2002) realizaram um estudo para determinar se a primeira lima que se ajusta ao comprimento do trabalho corresponde ao diâmetro do canal na região apical. Neste estudo foram utilizados dez pré-molares inferiores curvos com acesso coronário realizado e uma primeira desobstrução apical com lima 10 até sua ponta ficar visível no forame apical e assim determinando o tamanho real do dente e o comprimento de trabalho definido como um milímetro a menos que essa medida. Posteriormente, foram utilizadas brocas Gattes Gliden

de número um, até que encontrasse resistência, em seguida número dois, três e quatro, sendo introduzidas respectivamente um, dois e três milímetros mais cervical. Sem saber qual era o dente, foram introduzidas sequências de limas dentro do canal até que a mesma travasse no interior do canal. Se o comprimento fosse menor que o comprimento de trabalho, eram feitos movimentos de rotação no sentido horário e anti-horário até que a lima chegasse no comprimento correto. Assim, as limas eram fixadas com resina acrílica e o milímetro final do ápice dos dentes foi cortado e corado com azul de metileno 2% e observado em microscópio. Em 75% dos canais, o instrumento se ajustou em pelo menos um lado da parede do canal, nos outros 25% o instrumento não entrou em contato com a parede do canal na região apical. Os autores concluíram que o instrumento que prende na região apical não reflete fielmente o diâmetro do forame, sendo incerto afirmar que a dentina pode ser removida de toda a extensão da região apical, mesmo utilizando até três instrumentos maiores que a lima que inicialmente se prendeu.

Goldberg e Massone (2002) avaliaram o transporte produzido no forame apical pelo uso de limas K de aço inoxidável e níquel-titânio # 10, # 15, # 20 e # 25 como instrumento de patência. Para tal estudo, utilizaram trinta incisivos laterais superiores humanos que foram cortados transversalmente a 4 mm do ápice e montados em pedaços quadrados de silicone com marcas especiais para garantir o reposicionamento dos espécimes. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em dois grupos iguais. No grupo A as limas K de aço inoxidável # 10, # 15, # 20 e # 25 foram usadas como um instrumento de patência. No grupo B, utilizou-se uma lima K de aço inoxidável # 10 seguida de limas K # 15, # 20 e # 25 de níquel-titânio também como instrumentos de patência apical. Utilizou-se hipoclorito de sódio como solução irrigadora. Foram realizadas imagens fotográficas com auxílio de microscopia de luz com aumento de 10x antes e depois da instrumentação. As imagens fotográficas de cada espécime

foram montadas em slides, projetadas em papel de desenho transparente e sobrepostas de acordo com a forma periférica da raiz. O transporte do forame apical foi determinado comparando os cinco desenhos de cada espécime. O transporte de forame foi detectado em 18 dos 30 espécimes; 9 no grupo A e 9 no grupo B. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

Flanders (2002) afirmou que a completa eliminação do conteúdo séptico do canal radicular é essencial para a previsibilidade de sucesso da terapia endodôntica. Acrescenta ainda que estabelecer e manter a patência apical é fundamental para atingir os objetivos de uma boa limpeza e modelagem adequada, diferentemente da forma tímida com que era tratada anteriormente esta região. Relata ainda que a intenção da patência é manter a desobstrução foraminal, sem ampliá-lo, utilizando limas finas como a tipo k #10. O ato de forçar instrumentos mais calibrosos somente destruiriam a constrição apical natural que deve ser preservada para que se obtenha uma forma de resistência apical, formando um anteparo para a posterior obturação. Finaliza afirmando que os canais que apresentam curvaturas severas, seria necessário imprimir curvaturas abruptas aos milímetros finais dos instrumentos de patência para que a possibilite sua utilização na região além do forame.

Song et al., em 2004, demonstraram, em dentes extraídos, que a instrumentação pela técnica *step-back*, com limas tipo K de aço inoxidável provocou maior transporte do canal e menor centralização do terço apical dos canais testados, quando comparada à instrumentação manual realizada com forças balanceadas, utilizando instrumentos GT ou limas Nitiflex. Os autores sugerem que o melhor desempenho destes dois grupos possa ser explicado pela maior flexibilidade das limas níquel-titânio.

O terço apical do canal radicular é considerado por Baugh e Wallace (2005) como uma zona crítica, capaz de abrigar grande número de

microrganismos que irão perpetuar a inflamação perirradicular. Segundo os autores, os aspectos mecânicos da instrumentação devem ser baseados em princípios biológicos, que envolvam tanto a extensão apical do preparo do sistema de canais, e mecânicos como a remoção do remanescente pulpar e restos patológicos, tornando-se aspectos de grande importância para melhorar o sucesso endodôntico. Apesar de a instrumentação da região apical ser considerada como um componente essencial no processo de limpeza e modelagem, o limite apical de trabalho tem sido um dos temas mais controversos na Endodontia.

Tinaz et al., em 2005, verificaram o aumento da extrusão de raspas de dentina durante a instrumentação de canais com forames ampliados até o equivalente a uma lima 20 ou 40 antes da instrumentação. Este fato ocorreu durante o uso de técnica manual ou utilizando instrumentos rotatórios ProFile. A extrusão foi maior nos dentes em que a ampliação do forame foi maior.

Mounce (2005) em sua revisão de literatura, define de forma informal dois grupos distintos. Um, chamado de “Amantes da polpa” caracterizado por dar elevada importância aos tecidos periapicais, considerando inaceitável invadir o periodonto apical seja com limas como nos procedimentos de patência, ou por extravasamento de cimento no ato da obturação dos canais radiculares. Outro chamado pelo autor de “Bárbaros Apicais”, grupo partidário dos procedimentos invasivos além ápice radicular, considerando necessária a limpeza da região foraminal essencial ao reparo e sucesso endodôntico. No entanto, os autores mencionam que ambos os grupos concordam que devemos preservar a posição do forame em relação ao ápice anatômico, criando uma forma afunilada do canal radicular para uma correta obturação.

Khademi et al. (2006) realizaram um estudo com o objetivo de determinar o tamanho mínimo do instrumento para uma irrigação eficiente e eliminação de detritos e *smear layer* do terço apical do canal radicular. Para isso, os autores

realizaram o experimento com uma amostra de quarenta canais méso-vestibulares de primeiros molares superiores, que foram divididos em quatro grupos de acordo com a lima que alcançou a região apical. No grupo 1 foi utilizada na região apical uma lima número vinte, no grupo 2 uma lima número vinte e cinco, no grupo 3 uma lima número trinta e no grupo 4 uma lima trinta e cinco. Além desses grupos, dois grupos controles também participaram do experimento. Todos os dentes, exceto os pertencentes ao grupo controle, que foi irrigado apenas com hipoclorito, foram irrigados com hipoclorito de sódio e EDTA 17%. As raízes foram analisadas com a utilização de microscópio de varredura. Após avaliação dos dados obtidos, os autores concluíram que a instrumentação com a lima número trinta é a mínima para uma adequada irrigação no terço apical. Também concluíram que é desnecessário remover dentina da parte apical do canal quando se consegue uma conicidade adequada.

Segundo Souza (2006), o limite apical da instrumentação do canal radicular sempre foi motivo de grande controvérsia. Apesar do grande número de estudos publicados sobre o assunto, ainda não foi alcançado um consenso. De fato, segundo o autor, a recente discussão sobre a patência apical e a limpeza do forame apical, bem como a incorporação desses procedimentos ao tratamento endodôntico, parecem ter levantado ainda mais polêmicas. É provável que toda essa polêmica tenha suas raízes na falta de inter-relação entre o conhecimento teórico do coto da polpa e dos tecidos periapicais e a prática clínica real. O autor define como patência a repetida penetração do forame apical com uma lima de tamanho fino durante a instrumentação evitando o acúmulo de detritos nessa área, deixando o forame desobstruído. No entanto, segundo o autor, deve-se levar em conta que a manutenção da patência apical não limpa o forame. Evita apenas o bloqueio apical por acúmulo de raspas de dentina. Sugere que o forame apical deva ser instrumentado para ser realmente limpo. Em outras palavras, um forame que recebeu patência não é necessariamente limpo porque a patência e a

limpeza apical são dois procedimentos diferentes. Souza analisa ainda a necessidade, nos casos de vitalidade pulpar, da limpeza do forame ser realizada com limas muito finas afim de não causar injúrias aos tecidos periapicais, minimizando o trauma ao tecido contido no canal cementário. Esclarece que se o objetivo for descontaminação do cimento que adentra ao forame apical até próximo a constrição apical, seria necessário utilizar de uma a duas limas de calibre maior que aquela que se ajusta ao canal para que, após a ampliação da constrição do canal, tocar nas paredes de cimento.

Kustarcı et al. (2008) compararam a extrusão apical, de detritos e líquido irrigador, em pré-molares inferiores, cujos canais foram instrumentados por técnica manual (lima tipo K) ou mecânica (RaCe, K3 e FlexMaster), com comprimento de trabalho a 1 mm do forame apical, determinado eletronicamente. Os autores observaram extrusão menor nos canais instrumentados por técnica mecanizada do que nos que foram instrumentados por técnica escalonada, manualmente. Os autores salientam que seus resultados significaram menor extrusão do que a observada em outras pesquisas, potencialmente, devido ao menor calibre apical produzido pela instrumentação, ao comprimento de trabalho adotado e ao movimento rotacional empregado na técnica manual.

Arvaniti e Khabbaz (2011) propuseram um estudo para avaliar a influência da conicidade do preparo biomecânico na ação de limpeza dos agentes irrigantes dos canais radiculares. Para este fim, foram utilizados canais radiculares de 45 incisivos inferiores, divididos em 3 grupos preparados com limas rotatórias GT, de preparo apical 30 e conicidades 0,04, 0,06 e 0,08 respectivamente em cada grupo. Após cada troca de instrumento os canais recebiam irrigação com hipoclorito de sódio a 2,5% (NaOCl) e a irrigação final com 10 ml de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), seguido de 10 ml de NaOCl a 2,5% e por fim 10 ml de solução salina. Presença de lama dentinária

(*smear layer*) nas paredes dos canais foi avaliada por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os resultados demonstraram presença mínima de detritos em todos os grupos após a instrumentação. A análise estatística para presença de *smear layer* não mostrou diferença significativa entre os grupos, no entanto houve diferença detectada entre os terços médio e apical de cada grupo. Os autores concluíram que, nas condições deste estudo, a diferença de conicidade no preparo biomecânico não afetou a limpeza dos canais radiculares e que a remoção de detritos estava quase completa para todas as conicidades enquanto que a mesma não foi removida de forma eficiente na região apical.

Souza-Filho (2012) selecionaram 20 raízes de molares superiores humanos que apresentavam o mesmo comprimento e grau de curvatura com o objetivo de avaliar as alterações morfológicas do forame apical após o preparo endodôntico com diferentes sistemas rotatórios, empregando-se a patência e a ampliação foraminal. Os espécimes foram divididos em dois grupos: no grupo 1 (G1), os canais foram preparados empregando-se a sequência de limas Pro design® acopladas ao Sistema Easy Endo Slim®; no grupo 2 (G2) os canais foram instrumentados através da sequência de limas Mtwo® no Sistema Mtwo®. O comprimento de trabalho foi estabelecido em 1 mm além do forame apical. As imagens, antes e após o preparo, foram obtidas em MEV e analisadas por meio do programa Image Manager (Leica IM50). Os resultados mostraram que no G1, a média das áreas foi de 0,007 mm² e 0,115 mm², antes e após a instrumentação. No G2, observou-se que esses valores eram de 0,093 mm² e 0,183 mm², respectivamente. Em ambos os grupos houve diferença estatística antes e após o preparo do foram pelo teste de T-student pareado ($p < 0,005$). Ao se aplicar o teste T-student independente ($p = 0,011$) verificou-se que a ampliação foraminal no G2 foi estatisticamente maior que no G1. Em apenas 20% dos casos foram observadas formas irregulares de forames após a instrumentação. Concluíram que a ampliação foraminal empregada no preparo endodôntico de

canais curvos permitiu um alargamento apical de forma regular, independentemente da sequência de limas rotatórias utilizadas neste estudo.

Carvalho et al. (2012) realizaram uma pesquisa de campo para avaliar as atitudes dos endodontistas na realização do desbridamento foraminal nos casos de necrose pulpar com e sem lesão periapical e qual momento consideraram oportuno para a realização desta manobra operatória. A pesquisa foi realizada através de um questionário com informações gerais de identificação e específicas do procedimento de desbridamento foraminal e da sua realização durante o preparo biomecânico de dentes com necrose pulpar com ou sem lesão visível radiograficamente. A taxa de resposta, de uma amostra de 115 profissionais, foi de 63,5%. A maioria dos especialistas tinha mais de 20 anos de formados (49,5%) e quando perguntados se realizam o desbridamento foraminal 97,3% responderam que sim. Quanto à situação clínica em que realizam o desbridamento foraminal apenas 25,3% responderam em todos os tratamentos endodônticos e 54,9% em todos os casos de necrose. Os autores concluíram que o desbridamento foraminal está consolidado nos protocolos endodônticos de especialistas.

Seguindo a mesma linha, Yadav (2013) determinaram o efeito da limpeza apical e alargamento do forame apical na redução das ramificações apicais e carga bacteriana no terço apical dos canais radiculares. Vinte e uma raízes mesiais de primeiros molares superiores foram inoculadas com suspensão de *Enterococcus faecalis* usando uma pipeta estéril. As amostras foram incubadas a 37 °C durante 72 horas e divididas em 3 grupos: Grupo A, grupo controle (n = 5), sem instrumentação; Grupo B (n = 8) instrumentação convencional utilizando 3 limas manuais a mais que a primeira introduzida no canal e ajustada na região apical; e Grupo C (n = 8), limpeza apical com lima tipo K número #10 e alargamento do forame até instrumento tipo K manual #25 no canal cementário, além da instrumentação convencional. As contagens

bacterianas foram analisadas quantitativamente antes e depois da preparação. As amostras foram desmineralizadas com ácido nítrico a 5%, cortadas e seccionadas transversalmente nos 3 últimos milímetros apicais e visualizadas sob um estereomicroscópio com uma ampliação de 64x para localizar quaisquer detritos ou ramificações apicais. 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 o alargamento e a limpeza apical facilitam a remoção de ramificações apicais e carga bacteriana dentro dos canais radiculares.

De Deus (2015) comparou a quantidade de debris e raspas de dentina produzidos após ampliações apicais com diferentes sistemas mecanizados de lima única WaveOne (Dentsply Maillefer, Baillaigues, Suíça) e Reciproc (VDW, Munique, Alemanha) e um sistema rotatório convencional com múltiplos instrumentos BioRaCe (FKG Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, Suíça) usando imagens tomográficas micro-computadorizadas (micro CT). Foram utilizadas 30 raízes mesiais de molares inferiores com dois canais independentes divididos em 3 grupos (n=10) correspondentes a cada tipo de sistema de instrumentação. As raízes foram escaneadas por micro-CT antes da instrumentação e uma segunda e terceira tomografias realizadas após os canais radiculares terem sido preparados até os tamanhos ISO 25 e 40, respectivamente. Os resultados deste estudo revelaram que os sistemas de instrumentação, por si só, não influenciaram a quantidade de acúmulo de tecido duro ($p>0,05$), enquanto que uma redução significativa na porcentagem de debris extruídos foi observada após o aumento sequencial do calibre dos instrumentos em todos os grupos ($p<0,05$). Concluíram que nenhum dos sistemas produziu canais radiculares completamente livres de debris compactados e que a ampliação apical final resultou em um acúmulo de detritos

significativamente menor todos os sistemas testados.

Com o objetivo de comparar o transporte apical e a retificação do canal radicular após instrumentação com três diferentes sistemas rotatórios de níquel titânio (NiTi), Burklein e Shafer (2016) realizaram uma pesquisa com 60 canais radiculares de dentes humanos extraídos com ângulos de curvatura variando entre 25° e 35° e raios variando entre 4 e 9 mm. Os dentes foram divididos em três grupos (n = 20). Instrumentados com F6 SkyTaper (Komet / Brasseler, Lemgo, Alemanha), Mtwo (VDW, Munique, Alemanha) e OneShape (Micro Mega, Besanc, França) formando os grupos 1, 2 e 3 respectivamente. Todos os canais foram instrumentados até um preparo apical de 0,30 mm (compatível com lima 30) de acordo com as instruções do fabricante. Radiografias pré e pós-instrumentação foram obtidas e sobrepostas para avaliação do transporte apical e retificação por meio de um programa de análise de imagens. Os resultados mostraram que todos os sistemas empregados mantiveram a curvatura do canal original, sem diferenças significativas entre os instrumentos. Em relação ao transporte apical, também não foram encontradas diferenças significativas. Segundo os pesquisadores, nas condições deste estudo, todos os instrumentos respeitaram bem a curvatura do canal original e o transporte apical foi insignificante.

Mittal et al. (2016) realizaram estudo para comparar a cicatrização periapical dos dentes com periodontite apical assintomática tratada com preparo biomecânico convencional (CAP) ou pela técnica da limpeza foraminal (ACT). Foram inscritos para este estudo indivíduos que apresentavam dentes com lesão periapical radiograficamente detectável e distribuídos aleatoriamente em dois grupos distintos. Grupo I (CAP, n = 20): preparo apical com limas 3 vezes maiores que o primeiro instrumento ajustado no comprimento de trabalho (MAF) estabelecido pelo localizador foraminal. Grupo II (ACT, n = 20): preparo apical três tamanhos maior que o MAF seguido de limpeza foraminal utilizando

a última lima de instrumentação com aplicação de uma cinemática rotatória em 360° no sentido horário no limite de trabalho. O tratamento endodôntico foi realizado em sessão única para todos os dentes tratados. Posteriormente foi realizado um controle radiográfico nos períodos de 3, 6, 9 e 12 meses. O tamanho da lesão periapical pré e pós-tratamento foram comparados através de escores. Os resultados revelaram que nos intervalos de 3, 6 e 9 meses o número de dentes com regressão da lesão (cicatrização) foi maior no grupo II em comparação com o grupo sem limpeza foraminal. No entanto, no período de 12 meses a diferença não foi significativa. Baseado nos resultados obtidos os autores reforçam a importância do protocolo de limpeza foraminal apesar de que o resultado radiográfico a longo prazo (12 meses) foi semelhante para qualquer técnica.

Smith et al. (2017), com o objetivo de avaliar as alterações morfológicas do forame apical após patência apical de canais com diferentes sistemas rotatórios utilizaram trinta raízes de dentes humanos extraídos. As amostras foram divididas de forma aleatória em dois grupos (n=15) de acordo com o sistema de instrumentação a ser utilizado. As do grupo 1 foram preparadas com instrumento rotatório PathFile 0.19 (Dentsply) e as do grupo 2 com instrumento Easy 25.01 (Easy). Todos os grupos foram preparados com o nível de instrumentação no limite do forame apical. Fotomicrografias foram realizadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV), para registro da anatomia foraminal antes da instrumentação, e após a utilização de cada instrumento. Em seguida as 2 micrografias foram sobrepostas e o forame dividido em 4 quadrantes a partir do seu centro para comparação e análise. O grupo 2 apresentou maior desvio quando comparado com o grupo 1 ($p < 0,05$). No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre os grupos 1 e 2 quanto ao alargamento foraminal.

Siqueira et al. (2018) compararam os níveis bacterianos presentes em

debris extruídos dos canais radiculares e o grau de redução bacteriana intracanal após instrumentação com os sistemas XP Endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Foonds, Switzerland) ou Reciproc (VDW, Munich, Germany). Para tal objetivo, os autores utilizaram canais disto-vestibulares de molares superiores contaminados com *Enterococcus Faecalis* e distribuídos aleatoriamente em 2 grupos, de acordo com o sistema utilizado. Os dentes foram montados em um sistema que simula a resistência oferecida pelos tecidos periapicais e que permitiu a coleta de detritos extruídos com a instrumentação. Os dentes foram mantidos em ambiente a 37 °C e como agente irrigante foi utilizado solução salina. O DNA extraído das amostras antes e após a instrumentação foi analisado em reação de polimerase em cadeia (PCR) e a quantificação dos debris por meio da micro-CT. Os resultados mostraram que a redução bacteriana intracanal foi mais significativa quando utilizado o sistema XP Endo Shaper em comparação com o grupo Reciproc. Embora ambos tenham produzido o mesmo volume de detritos, a contagem bacteriana no material extruído dos canais radiculares foi menor com o sistema Reciproc. Nenhuma correlação foi observada entre contagem bacteriana e volume de debris. Os autores concluíram que apesar da extrusão bacteriana ter sido menor com sistema Reciproc, a redução da contaminação intracanal foi maior com o sistema XP Endo Shaper, sendo que ambas as técnicas produziram o mesmo volume de detritos.

Com o objetivo de comparar a capacidade de modelagem de quatro sistemas de instrumentação em canais radiculares por meio da microtomografia computadorizada (Micro CT), Bueno et al. (2019), utilizaram quarenta raízes mesiais de molares inferiores submetidos previamente a um exame radiográfico e uma micro-CT para determinação de características morfológicas iniciais. Os espécimes foram distribuídos em quatro grupos experimentais de acordo com sistema de instrumentação endodôntica utilizado: Grupo R instrumentado com Reciproc; Grupo PTN instrumentado com Protaper Next; Grupo WOG

instrumentado com Wave One Gold; Grupo PDL instrumentado com ProDesign Logic. Após o preparo biomecânico, os espécimes foram submetidos a uma segunda micro-CT e os dados pré e pós-operatórios examinados para avaliar os seguintes parâmetros: volume de dentina removido (DR), aumento do volume do canal radicular (VI), área do canal radicular intocada (AI), volume de detritos acumulados (VD). Segundo os resultados, não houve diferença significativa em relação aos parâmetros DR, VI, AI e AD. Os autores concluíram que os quatro sistemas foram semelhantes quanto aos parâmetros analisados e que todos têm um desempenho similar em termos de capacidade de modelagem sendo que os sistemas PTN e WOG produziram modelagem mais arredondadas que o sistema PDL.

3 PROPOSIÇÃO

Avaliar por meio da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) a capacidade de alargamento foraminal após preparo biomecânico com sistema automatizado *Easy ProDesign Logic*, e o grau de transporte do forame quando complementados ou não com instrumentos de *glide path* utilizados para ampliação apical.

.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Seleção dos dentes

Este trabalho foi submetido a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa desta instituição sob número 14941319.5.0000.0077.

Foram utilizadas 60 raízes de dentes humanos, unirradiculares extraídos por indicação cirúrgica, os quais foram gentilmente doados para a pesquisa pelo banco de dentes da Universidade do Vale do Paraíba (Univap). Os mesmos ficaram armazenados em solução de hipoclorito de sódio 2,5% por um período de 24 (vinte e quatro) horas, com a finalidade de promover a dissolução de restos teciduais aderidos às superfícies dentárias. Posteriormente foram lavados e escovados em água corrente para promover a total remoção de remanescentes teciduais e da solução de hipoclorito de sódio. Após este processo foram secos e esterilizados em autoclave.

4.1.1 Critérios para inclusão dos dentes

Um levantamento radiográfico periapical de todos os dentes foi realizado para verificação da presença de um único canal principal e ausência de tratamento endodôntico prévio.

Os espécimes utilizados foram padronizados, de acordo com o comprimento do menor eixo do diâmetro da secção transversal do forame. Foram selecionados dentes que apresentaram diâmetro foraminal no seu menor eixo de no máximo até 0,40 mm, analisados em estereomicroscópio X20 (Stemi

2000 – Karl Zeiss, Alemanha) com aumento de 80 vezes, a fim de padronizar o diâmetro da última lima que será utilizada durante o preparo biomecânico (Figura 1).

Foram descartados do estudo: dentes em que não foi possível o acesso a toda extensão do canal radicular; dentes que apresentavam um diâmetro foraminal no seu menor eixo maior ou igual a 0,41 mm de diâmetro; dentes que apresentavam tratamento endodôntico prévio; dentes que apresentaram dilacerações da raiz.

Figura 1 – Fotomicrografia do diâmetro dos forames obtidos por meio da análise em estereomicroscópio



Legenda: aumento 80x.

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2 Preparação dos dentes

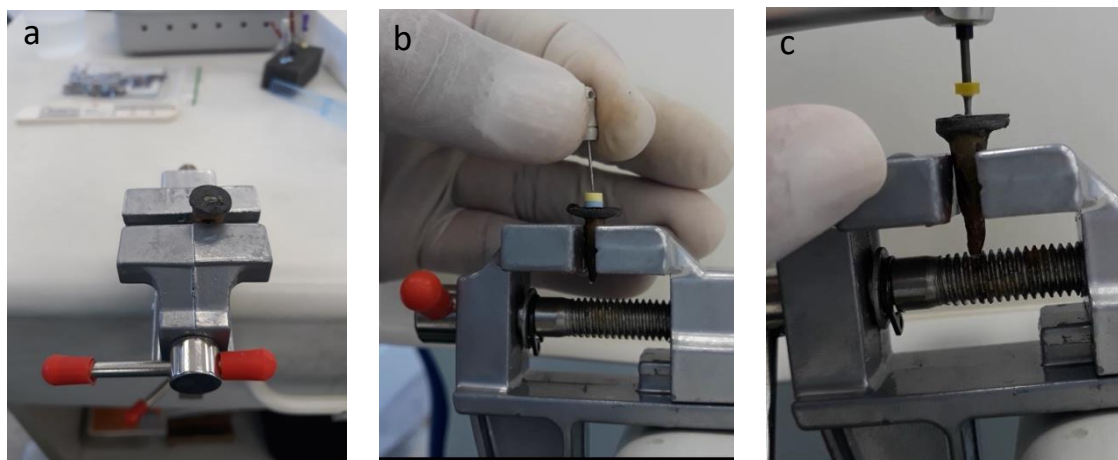
A coroa de cada dente foi seccionada na junção cimento-esmalte, utilizando disco de carburundum (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) sob refrigeração, de forma que se obteve uma raiz com 16 mm aproximadamente. Em seguida foi realizada a exploração dos canais radiculares utilizando uma lima tipo Kerr #10 (DentsplyMaillefer, Ballaigues, Switzerland), e o comprimento do dente (CD) obtido visualmente, no limite zero.

4.2.1 Preparo dos canais radiculares

Foi realizada a abertura de acesso ao canal radicular, com brocas esférica diamantada (FKG 1014HL) sob refrigeração constante; descontaminação e pré-alargamento dos terços cervical e médio com limas rotatórias Prodesign Logic 25/06. O terço apical foi explorado com lima K manual #10 (C-Pilot, VDW®, Bayerwaldstra, Munique, Alemanha) até a realização da patência com a lima #10 trespassando 1 mm além do forame apical (Figura 2). O comprimento real do canal (CRC) foi definido através do método de odontometria visual direto através do recuo do instrumento de patência até o ponto zero do forame apical. A visualização da ponta da lima #10 no forame apical foi observada através de lupa estereoscópica de 40x de aumento.

Para o comprimento de trabalho ficou estabelecido a medida do comprimento do dente menos 1 milímetro (-1 mm) para todos os grupos experimentais.

Figura 2 - Fixação e sequência do preparo biomecânico das raízes



Legenda: a) raiz posicionada e fixada em para instrumentação; b) exploração inicial e *glide path* com lima manual #10; c) instrumentação com lima rotatória Easy-Logic 40/05 para modelagem do canal.
Fonte: Elaborada pelo autor.

A instrumentação e modelagem do canal radicular foram realizadas com os instrumentos rotatórios 25/06 e finalizado com instrumento 40/05 do sistema Easy-Logic (Easy, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil) de movimento rotatório contínuo na velocidade 950 rpm e torque de 4,0 Ncm.

Os instrumentos de modelagem foram inseridos no conduto radicular com movimentos de penetração e tração (bicada) com amplitude máxima de 3 mm cada movimento, até se atingir o comprimento de trabalho determinado.

Os canais radiculares foram inundados com solução de hipoclorito de sódio na concentração de 2,5% como substância química auxiliar e irrigados com 5mL da mesma solução a cada troca de instrumento. Após o preparo radicular foi realizada nos grupos a limpeza e modelagem foraminal com limas do sistema Easy-Logic 45/01 e 50/01 respectivamente, a velocidade de 350 rpm e torque de 1 Ncm, 1 mm no limite zero nos grupos 2 e 4 e além do forame apical (+1 mm) com o objetivo de sobre instrumentar a área do forame apical nos grupos 3 e 5 com a finalidade de ampliação foraminal e remoção de debris acumulados nessa região. Ao final do preparo, os canais foram inundados com solução de EDTA 17% (Ácido etilenodiaminotetracético, Fórmula e Ação, São

Paulo, São Paulo, Brasil) por 3 minutos sendo a solução agitada com o auxílio de uma lima tipo K #20 no comprimento de trabalho. Posteriormente, as raízes foram irrigadas com 5 ml de soro fisiológico para neutralizar e remover os possíveis resíduos das soluções químicas utilizadas e em seguida os canais secos com cones de papel.

4.3 Divisão dos grupos experimentais

As raízes, foram divididas aleatoriamente em 4 grupos experimentais de acordo com o protocolo de utilização do Sistema Easy-Logic:

Grupo Controle 40.05 (CD-1): 12 raízes instrumentadas com a lima 40/05 do sistema Easy Logic a -1 mm do comprimento do dente (CD), sem limpeza e modelagem foraminal.

Grupo 45.01(CD): 12 raízes instrumentadas com a lima 40/05 do sistema Easy Logic a -1 mm do CRC, e limpeza e modelagem foraminal realizada com a lima de Glide Path 45/01 do sistema Easy no CD.

Grupo 45.01(CD+1): 12 raízes instrumentadas com a lima 40/05 do sistema Easy Logic a -1 mm do CRC, e limpeza e modelagem foraminal realizada com a lima de Glide Path 45/01 do sistema Easy ultrapassando 1mm além do comprimento do dente (CD+1).

Grupo 50.01 (CD): 12 raízes instrumentadas com a lima 40/05 do sistema Easy Logic a -1 mm do CRC, e limpeza e modelagem foraminal realizada com a lima de Glide Path 50/01 do sistema Easy no CD.

Grupo 50.01 (CD+1): 12 raízes instrumentadas com a lima 40/05 do sistema Easy Logic a -1 mm do CRC, e limpeza e modelagem foraminal

realizada com a lima de Glide Path 50/01 do sistema Easy ultrapassando 1mm além do comprimento do dente (CD+1).

4.4 Preparo das raízes para Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Foram realizadas imagens dos ápices radiculares em microscopia eletrônica de varredura (MEV) (JEOL – Modelo JSM T330A – Universidade do Vale do Paraíba) em dois momentos, antes e após a instrumentação.

Com a finalidade de preparar os espécimes para MEV, os mesmos foram fixados, em solução de glutaraldeído a 2,5% durante 2 horas. Após a fixação, os espécimes foram desidratados em soluções de concentração crescente de álcool (10%, 25%, 50%, 70%, 90% e 100%), sendo realizadas imersões sucessivas de 20 minutos nas soluções de álcool com concentração até 90% e 1 hora em solução de álcool 100% (álcool absoluto). Em seguida as raízes foram lavadas em água destilada e secas em estufa a 37 ± 1 °C por 24 horas.

Com os ápices voltados para cima, as bases seccionadas dos espécimes foram fixadas nos suportes metálicos padronizados (“stubs”) de latão de diâmetro de 30 mm. Cada suporte recebeu em sua base interna uma pequena concavidade periférica de 3 mm de diâmetro com o objetivo de se criar um sistema de travamento das raízes, impedindo sua rotação dentro do “stub”. As raízes foram então fixadas nos suportes, devidamente isolados com vaselina, com resina acrílica quimicamente ativada criando uma base circular em forma de “colarinho” na extremidade coronária da raiz (Figura 3). Todo este processo cria espécimes personalizados que se encaixam perfeitamente nos suportes metálicos mantendo sempre a mesma posição quando levados ao MEV. Posteriormente foi realizada a metalização das raízes em uma câmara a vácuo

(Desk II – Denton Vacuum – Buffalo, New Jersey, USA) e um período de “sputtering” (banho de ouro) de 120 segundos e levados ao MEV. As imagens foram obtidas em duas etapas. A primeira fotomicrografia foi realizada sem que nenhum instrumento fosse utilizado no canal radicular, para registro da morfologia inicial dos forames. Foram registradas as coordenadas (eixo x, y e z), angulações e distância de posicionamento dos espécimes na mesa do MEV afim de proporcionar imagens semelhantes quando recolocados no microscópio. Para segunda etapa, após instrumentação dos dentes, foram repetidos os procedimentos prévios para obtenção das imagens em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os dentes instrumentados foram distribuídos em seus respectivos *stubs*, posicionados na mesma posição inicial, encaixando os espécimes no botão de travamento (Figura 3). No momento da visualização do forame apical no MEV foram respeitadas as mesmas angulações e distâncias, registradas durante a captura das imagens iniciais, anteriormente ao preparo químico-mecânico. Consequentemente, obtiveram-se duas fotomicrografias idênticas de cada amostra utilizando aumento padrão de 100x.

Figura 3 - Confeção dos suportes metálicos “stubs” e base de resina acrílica para travamento dos espécimes para Microscopia Eletrônica de Varredura



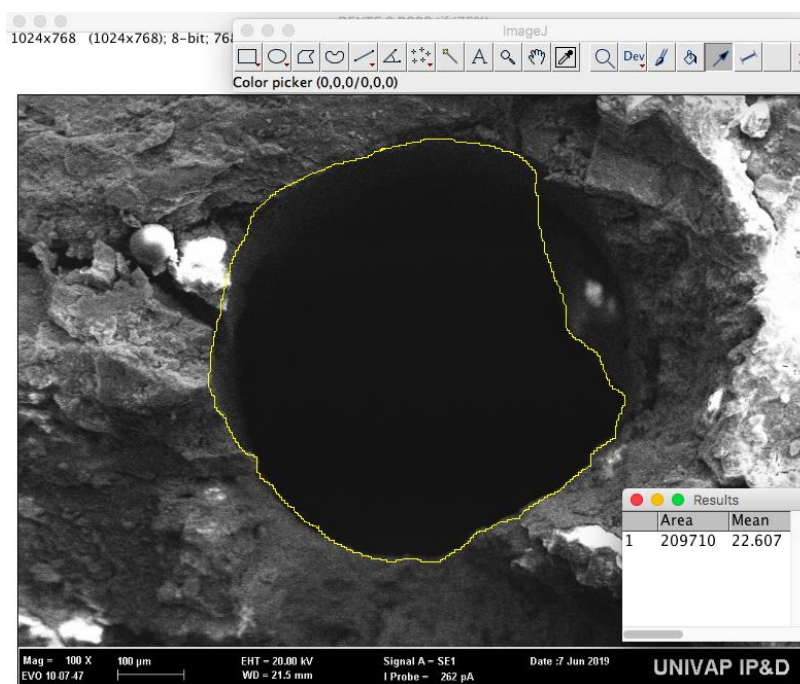
Legenda: a) suportes de latão tipo “stubs” para fixação dos espécimes no MEV; b) Detalhe d base de resina acrílica na extremidade cervical da raiz tipo “colarinho” com botão de travamento; c) dentes posicionados nos “stubs”.

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.5 Avaliação da área do forame apical

Para quantificação da variação da área da região de forame apical, as imagens foram analisadas por meio do programa de análise de Image J 1.52K (National Institutes of Health, USA) quantificando a área do forame por meio da ferramenta “freehand selections”, delimitando a área manualmente antes e após a instrumentação (Figura 4). As mensurações foram realizadas por um único operador, calibrado quanto a utilização da ferramenta.

Figura 4 - Mensuração da área do forame no programa ImageJ (National Institutes of Health)



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.6 Avaliação do transporte foraminal

A regularidade dos forames apicais foi calculada mediante a determinação do Coeficiente de Variação de Pearson (CV). Este coeficiente é a proporção entre o desvio padrão e a média de um conjunto de medidas ($CV = dp/média$).

Nas fotomicrografias dos forames apicais, analisados em 100 aumentos, para calcular este coeficiente foram realizadas oito medidas radiais a partir do centro do maior diâmetro até a borda do forame apical. Para orientar a medida destes oito raios foi confeccionado um gabarito formado por oito linhas que formavam entre si ângulo de 45°, distribuídas a partir de um ponto central (Figura 7). As imagens do forame apical antes e após a instrumentação assim como o gabarito de oito raios foram sobrepostas com auxílio do programa de edição IrfanView Version 4.53 (Copyright © 1996-2019 by Irfan Skiljan). As imagens obtidas com a sobreposição das fotomicrografias (Figura 7) foram salvas em extensão jpeg e em seguida levadas para mensuração da distância pelo programa Image J 1.52K (National Institutes of Health, USA). As medidas foram realizadas entre o centro do gabarito e os pontos em que as oito linhas cruzavam a borda do forame apical analisado.

A unidade de medida escolhida foi o pixel.

Para cada um dos 60 espécimes foi então determinado o CV do forame original (antes do tratamento) e do forame após a instrumentação.

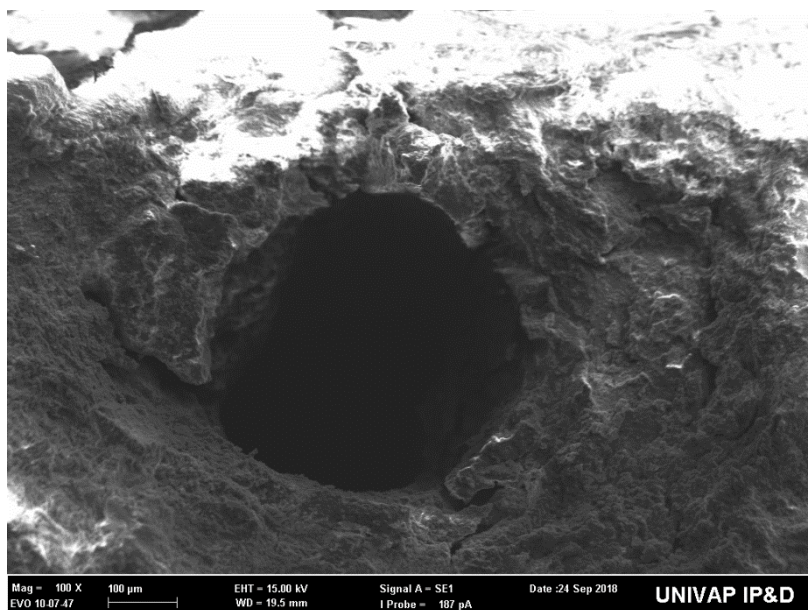
A fórmula utilizada para calcular o CV foi:

$$CV = \{dp / [(r1 + r2 + r3 + r4 + r5 + r6 + r7 + r8) / 8]\} \times 100$$

Portanto, CV é a divisão do desvio padrão pela média das medidas dos 8 raios em cada forame apical avaliado, multiplicado por 100.

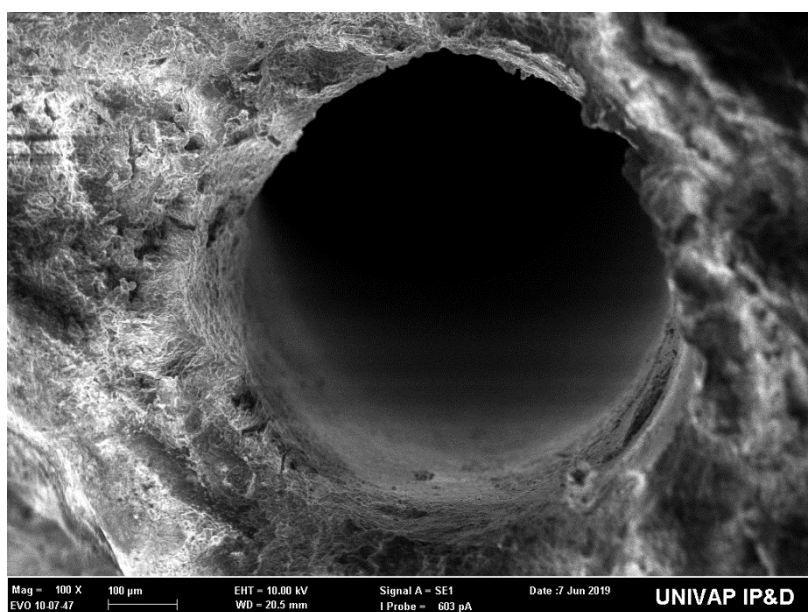
Na prática, quanto menor o valor de CV, mais próximo de um círculo se espera que o forame apical esteja. E quanto maior valor de CV, mais oval ou irregular se espera que a figura do forame seja.

Figura 5 - Imagem representativa do forame apical antes da instrumentação



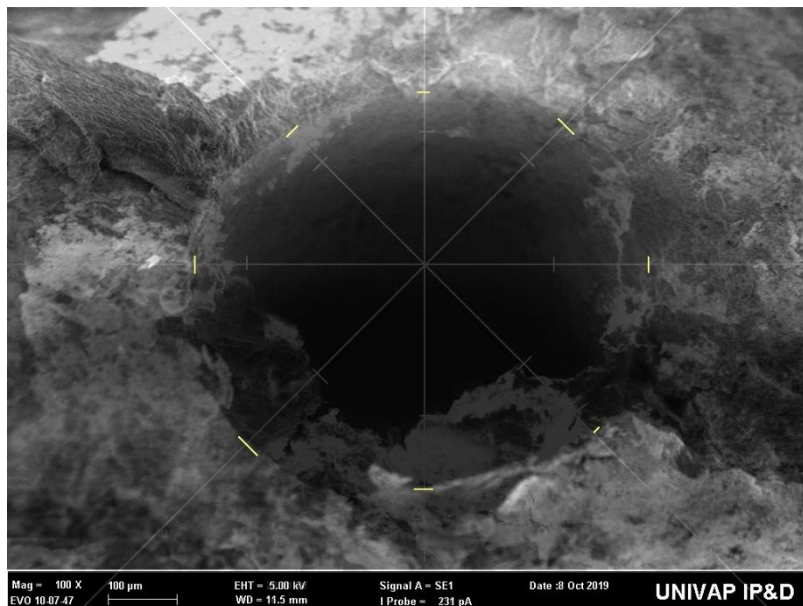
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 6 - Imagem representativa do forame apical após a instrumentação



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 7 - Fotomicrografia representativa da sobreposição das imagens antes e depois da instrumentação e gabarito de oito raios



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram tabulados e levados a análise estatística realizando comparações entre as medidas antes e depois de cada dente.

Visando comparar a ocorrência de diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, em uma análise global, e entre os grupos analisados, foram utilizados:

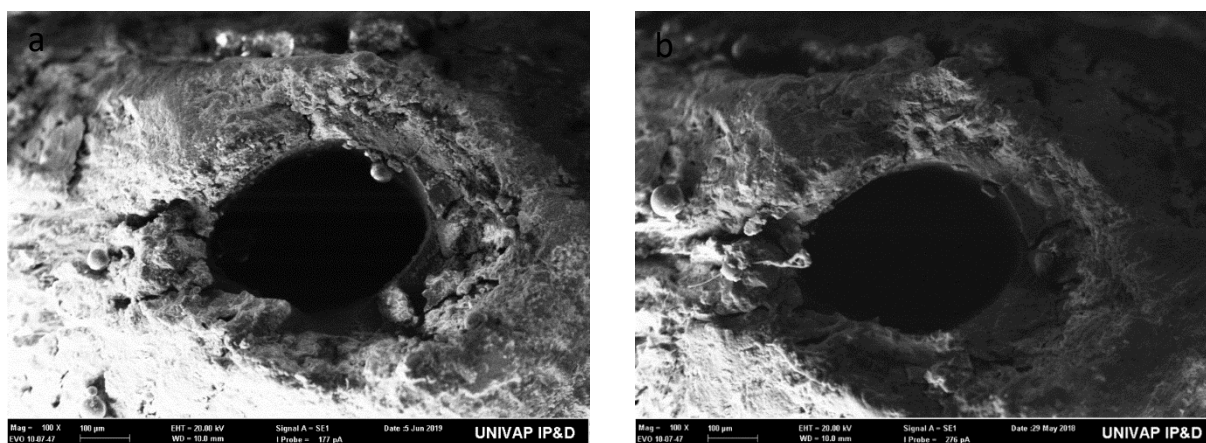
- Teste T-student para analisar a variação da área do forame antes e após a instrumentação dentro de um mesmo grupo. O mesmo teste foi utilizado na comparação dos CV antes e depois da instrumentação para análise do transporte foraminal.

- Teste Kruskal-Wallis para realizar a comparação da variação da área foraminal antes e após a instrumentação, entre grupos experimentais.
- Teste Mann Whitney para comparação dos CV médios dos forames entre os grupos experimentais.

5 RESULTADOS

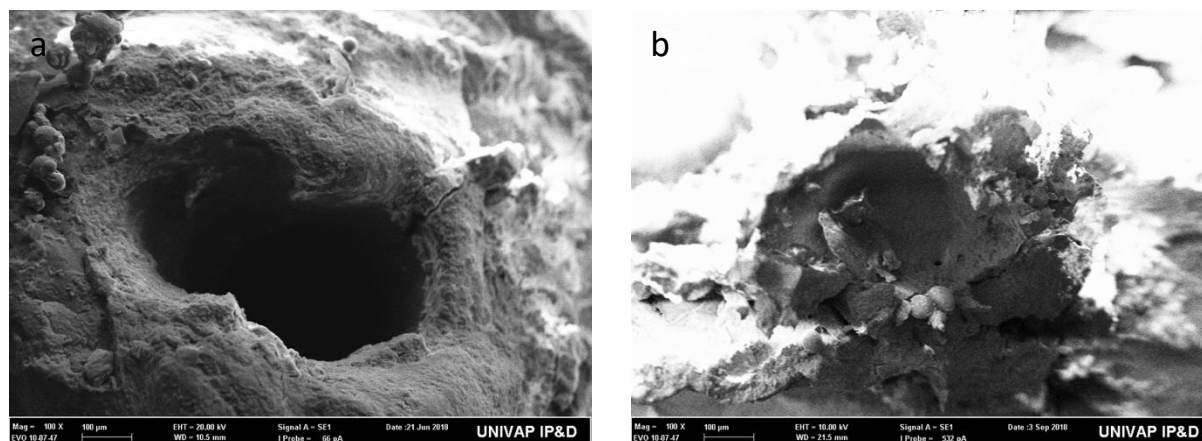
As fotomicrografias representativas do aumento da área forames apicais com consequente remoção de debris dos grupos controle e experimentais, antes e após a instrumentação, observadas na microscopia eletrônica, podem ser visualizadas nas figuras de 8 a 19.

Figura 8 - Fotomicrografia do forame de dente do Grupo 40.05(CD-1) - antes e após a instrumentação



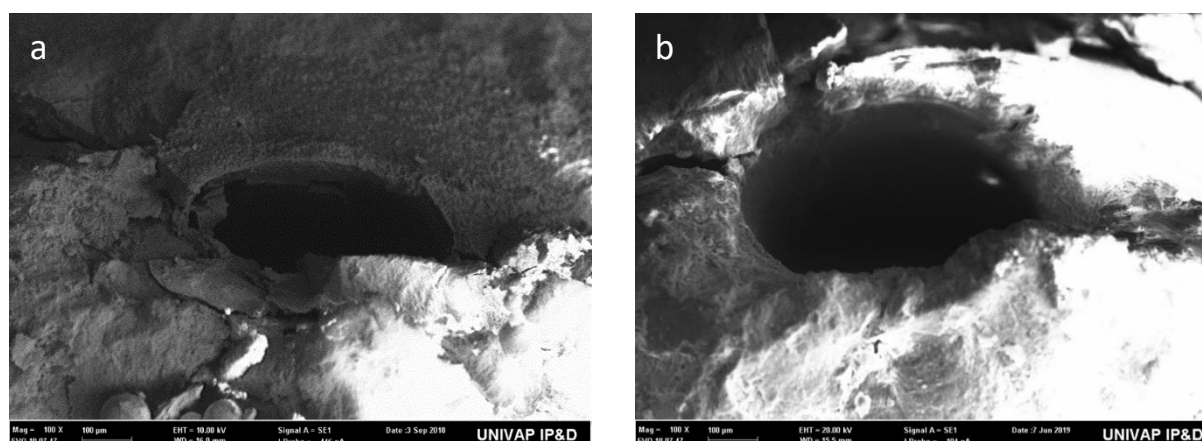
Legenda: a) imagem antes da instrumentação; b) imagem após a instrumentação.
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 9 - Fotomicrografia do forame de dente do Grupo 40.05(CD-1) - antes e após a instrumentação



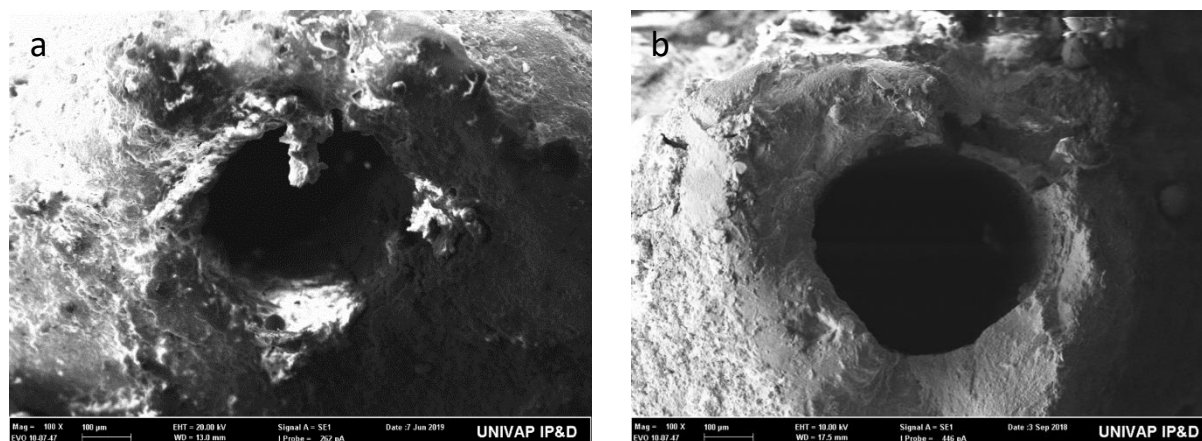
Legenda: a) imagem antes da instrumentação; b) imagem após a instrumentação.
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 10 - Fotomicrografia do forame do dente 7 – Grupo 45.01(CD) antes e após a instrumentação



Legenda: a) imagem antes da instrumentação; b) imagem após a instrumentação.
Fonte: Elaborada pelo autor.

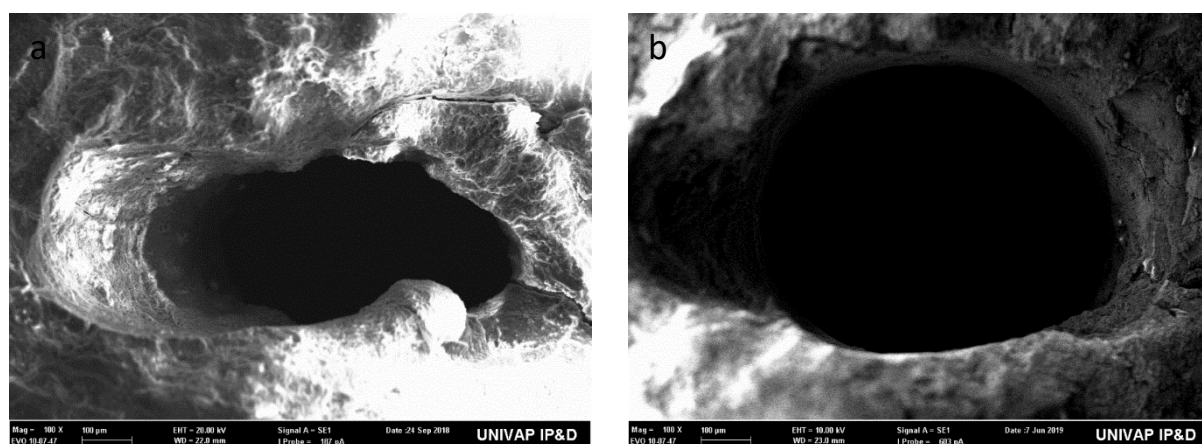
Figura 11- Fotomicrografia do forame do dente 11 - Grupo 45.01(CD) antes e após a instrumentação



Legenda: a) imagem antes da instrumentação; b) imagem após a instrumentação.

Fonte: Elaborada pelo autor.

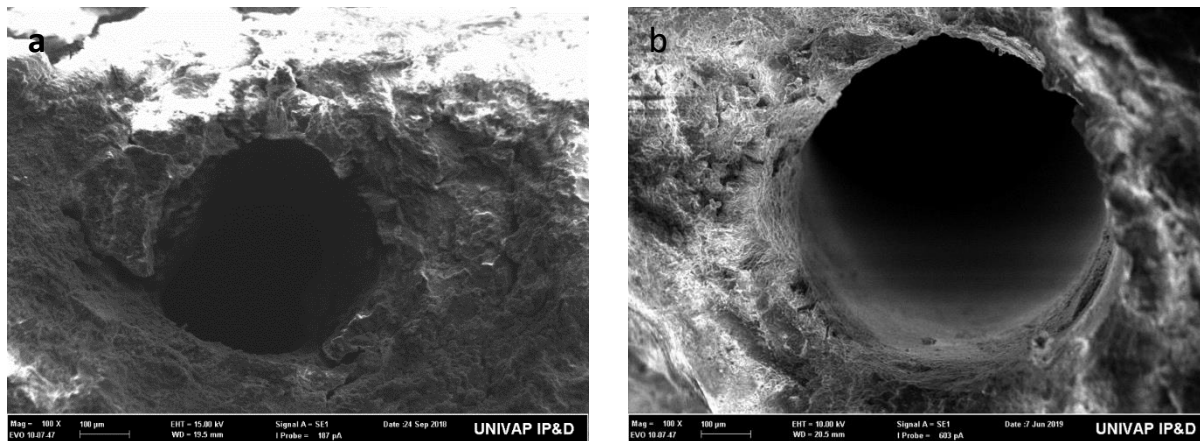
Figura 12 - Fotomicrografia do forame do dente 08 - Grupo 45.01(CD+1) antes e após a instrumentação



Legenda: a) imagem antes da instrumentação; b) imagem após a instrumentação.

Fonte: Elaborada pelo autor.

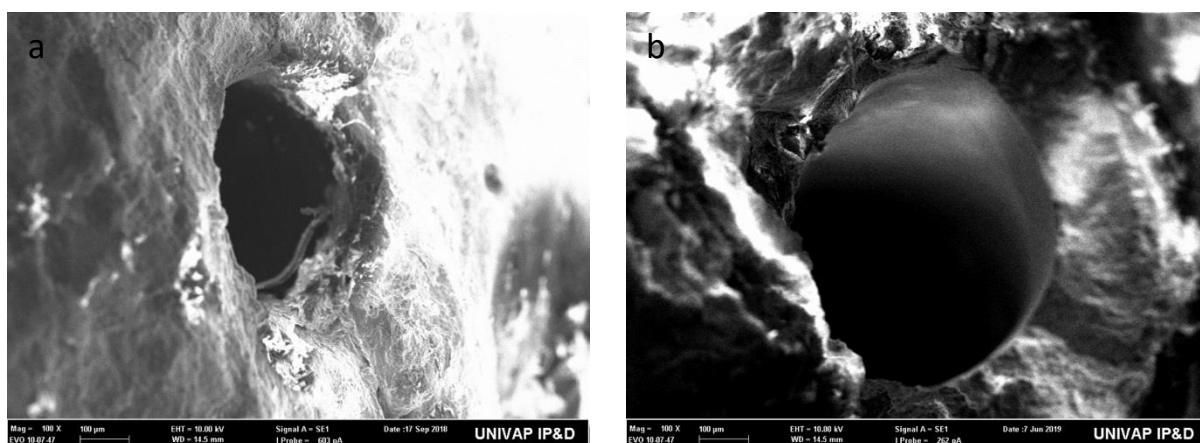
Figura 13 - Fotomicrografia do forame do dente 11 – Grupo 45.01(CD+1) antes e após a instrumentação



Legenda: a) imagem antes da instrumentação; b) imagem após a instrumentação.

Fonte: Elaborada pelo autor.

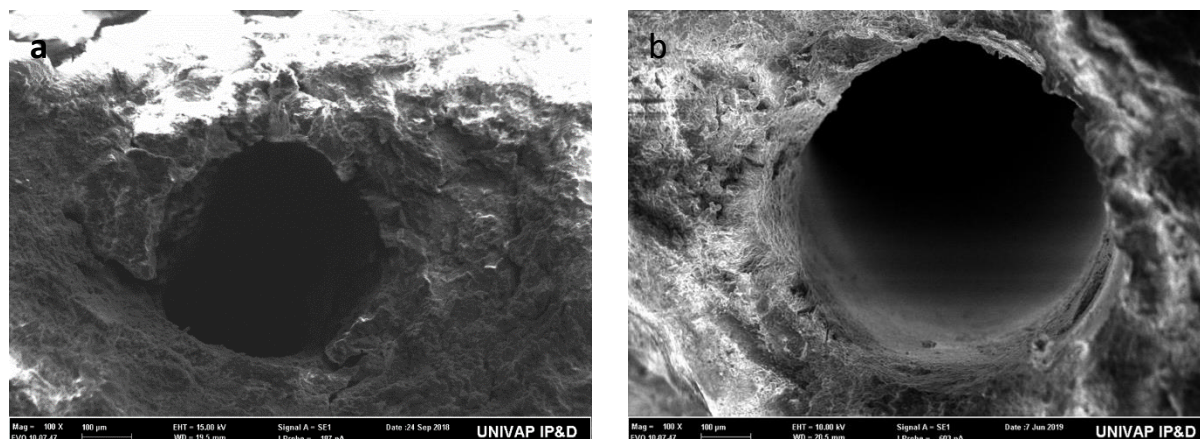
Figura 14 - Fotomicrografia do forame do dente 1 – Grupo 50.01(CD) antes e após a instrumentação



Legenda: a) imagem antes da instrumentação; b) imagem após a instrumentação.

Fonte: Elaborada pelo autor.

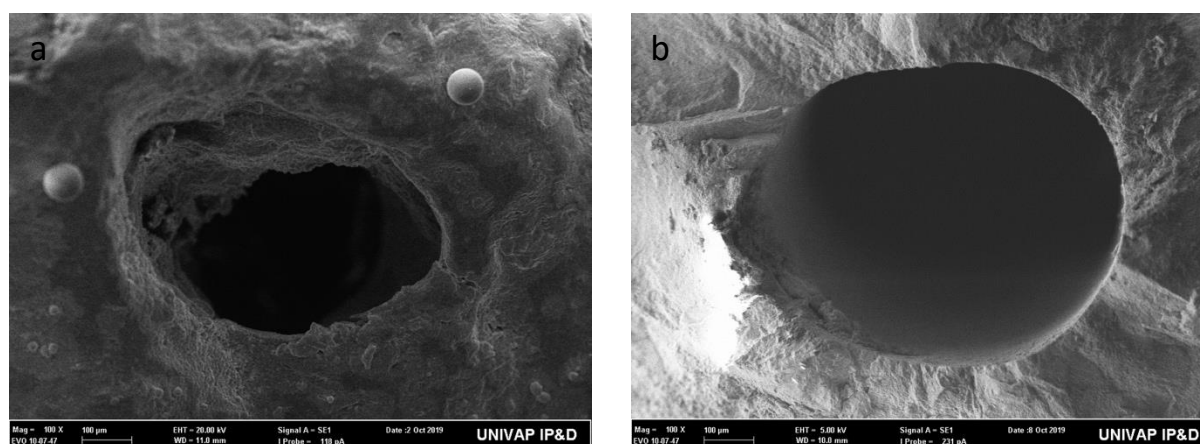
Figura 15 - Fotomicrografia do forame do dente 1 – Grupo 50.01(CD) antes e após a instrumentação



Legenda: a) imagem antes da instrumentação; b) imagem após a instrumentação.

Fonte: Elaborada pelo autor.

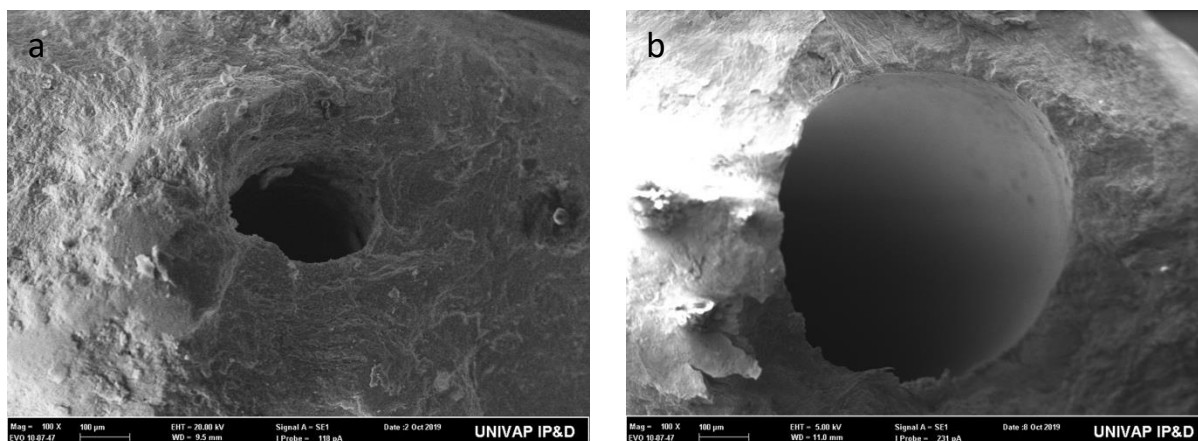
Figura 16 - Fotomicrografia do forame do dente 1 – Grupo 50.01(CD+1) antes e após a instrumentação



Legenda: a) imagem antes da instrumentação; b) imagem após a instrumentação.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 17 - Fotomicrografia do forame do dente 1 – Grupo 50.01(CD+1) antes e após a instrumentação



Legenda: a) imagem antes da instrumentação; b) imagem após a instrumentação.

Fonte: Elaborada pelo autor..

Os resultados quantitativos e estatística descritiva encontram-se expressos nas tabelas de 1 a 8. Os dados da Tabela 1 apontam a diferença das médias do aumento das áreas dos forames dos dentes dos grupos 40.05 (CD-1), 45.01(CD), 45.01(CD+1), 50.01(CD) e 50.01(CD+1) respectivamente, antes e após a instrumentação. Dentro dos resultados obtidos, somente em 2 dentes do Grupo controle 40.04(CD-1) houve diminuição da área do forame enquanto nos demais houve aumento da área mensurada, no entanto essa diferença de área não foi significativa. Ainda, podemos observar que houve aumento da média da área do forame após o preparo biomecânico dos dentes do Grupo 45.01(CD) , com ampliação foraminal, com significância estatística. O mesmo comportamento pode ser observado nos grupos ao se comparar os valores médios das áreas foraminais dos dentes dos Grupo 45.01(CD+1), 50.01(CD) e 50.01 (CD+1) antes e após a instrumentação. Pode-se notar diferença estatística onde o preparo do canal radicular seguido de ampliação apical revelou aumento da área do

forame de forma significativa ($p < 0,05$). Quando comparamos a média de área desgastada dos forames entre os grupos (tabela 2), observamos que houve diferença estatística significativa entre todos os grupos experimentais quando comparados ao grupo controle. Na comparação somente entre grupos experimentais (Tabela 3), o grupo 40.01 (CD) apresentou menor média de desgaste durante a ampliação foraminal comparado aos demais grupos experimentais. Já essa diferença não foi significativa quando comparamos as médias de desgaste foraminal entre os Grupos 40.01(CD+1), 50.01(CD) e 50.01 (CD+1) (Figura 18).

Tabela 1 - Médias, desvio padrão (dp) e análise de variância da área (pixels) do forame, antes e depois dos tratamentos, nos vários grupos estudados

GRUPOS	<i>n</i>	ANTES	DEPOIS	Teste t-Student
		média ± dp	média ± dp	P-Value
G 40.05 (CD-1)	12	81126 ± 39958	82246 ± 39847	0.149
Grupo 45.01(CD)	12	98469 ± 52128	158709 ± 82736	0.007
Grupo 45.01(CD+1)	12	106363 ± 47641	179308 ± 68742	0.001
Grupo 50.01(CD)	12	102861 ± 21358	144420 ± 90633	0.020
Grupo 50.01(CD+1)	12	83005 ± 38646	255975 ± 36054	0.001

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 2 - Estatística descritiva da quantidade de desgaste de dentina e remoção de debris da região apical (área do forame) após instrumentação nos diferentes grupos experimentais

<i>Variable</i>	<i>n</i>	<i>Média(dif^m)</i>	<i>Desv. Padrão</i>	<i>Min</i>	<i>Mediana</i>	<i>Max</i>
G40.05(CD-1)	12	1120	1429	-742	611	4552
G45.01(CD)	12	60240	63039	-17185	52729	181146
G45.01(CD+1)	12	72945	43099	13522	74923	134083
G50.01(CD)	12	123887	92782	-80744	19490	198858
G50.01(CD+1)	12	172971	54300	89907	185528	257777

Variável em análise: os valores diferença de área. Valores em pixels.

Fonte: Elaborada pelo autor.

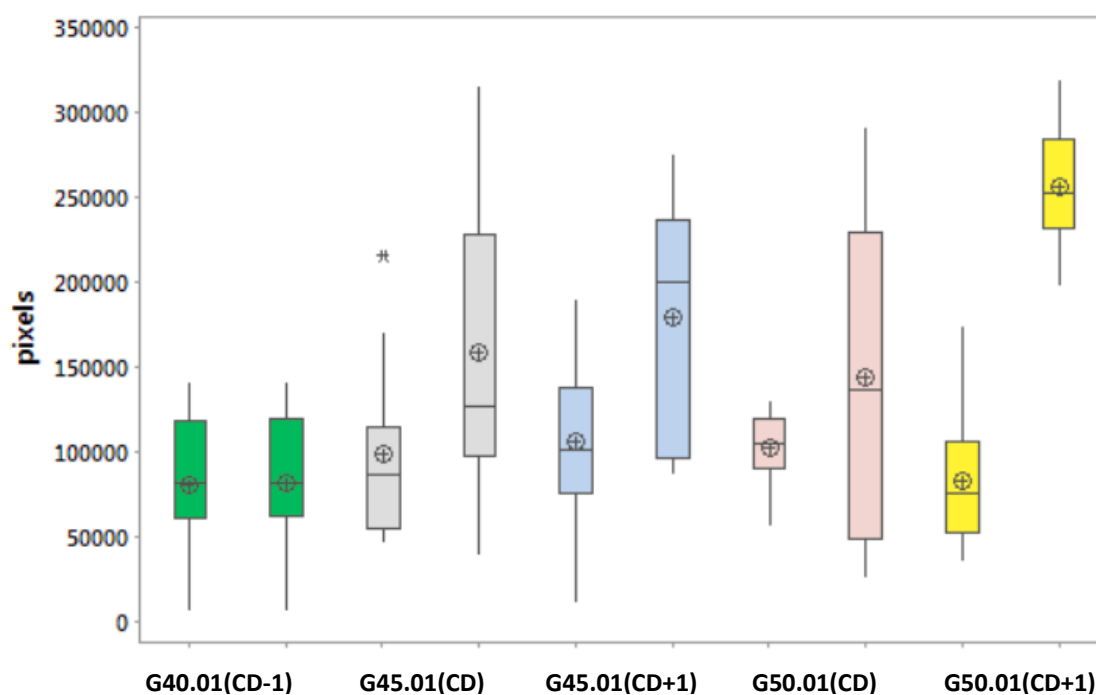
Tabela 3 - Comparação da área de desgaste e remoção de debris entre os grupos experimentais com relação ao grupo controle - segundo teste Dunnett's

Two-sided Dunnett's Multiple Comparisons with a Control					
Variable	Mean	Lower Bound	Difference	Upper Bound	
G40.05(CD-1)	1120				
G45.01(CD)	60240	-1428	59120	119667	
G45.01(CD+1)	72945	11277	71824	132372	
G50.01(CD)	123887	90143	121537	221986	
G50.01(CD+1)	172971	111303	171850	232398	

P-Value, Using Chi-Squared Approximation $\alpha < 0.05$. Valores em pixels.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 18 - Gráfico da variação da área do forame apical em função do tipo de preparo dos canais radiculares

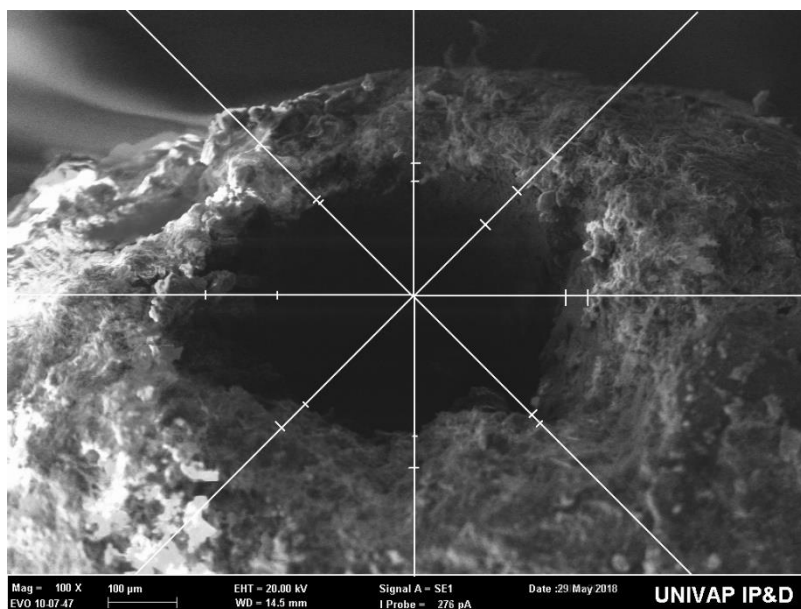


Fonte: Elaborada pelo autor.

As figuras de 19 a 23 representam a sobreposição da imagem (MEV) dos forames antes e após a instrumentação dos diferentes grupos, controle e experimental, onde podemos observar de forma descritiva o grau de transporte do forame, a ampliação e a regularização dos mesmos após o a ampliação foraminal.

Em outra análise, os resultados deste estudo (Figuras de 24 a 27) mostram que houve redução dos Coeficientes de Variação dos forames em todos os dentes dos grupos experimentais após a instrumentação dos dentes e ampliação foraminal com exceção dos dentes 7 e 8 do Grupo 45.01(CD), dente 7 do Grupo 45.01 (CD+1), dentes 1, 2, 3 8 e 11 do Grupo 50.01(CD) e dentes 1, 2 e 12 do Grupo 50.01 (CD+1).

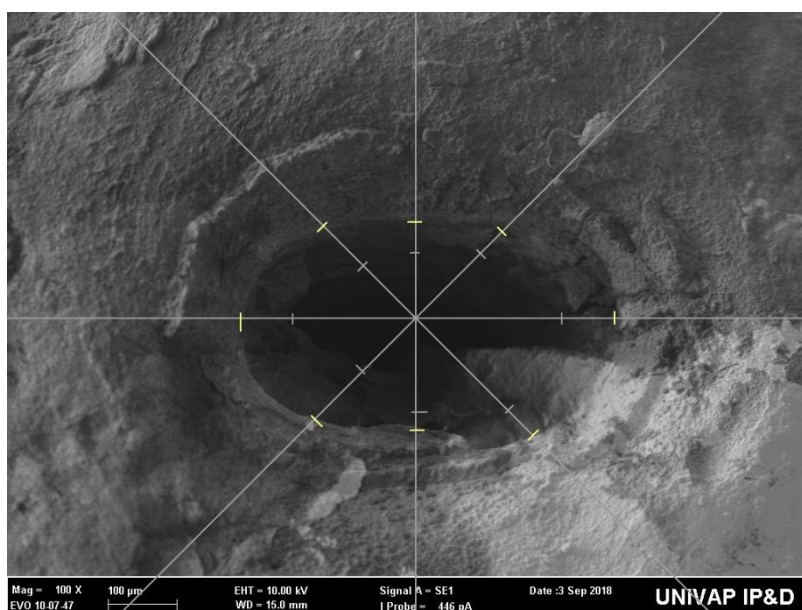
Figura 19 - Fotomicrografia da sobreposição das imagens antes e após a instrumentação do forame apical do Dente 1 do Grupo Controle G40.05(CD-1)



Legenda: marcações em tom de cinza representam a intersecção do limite do forame com o os raios do gabarito antes e após a instrumentação.

Fonte: Elaborada pelo autor.

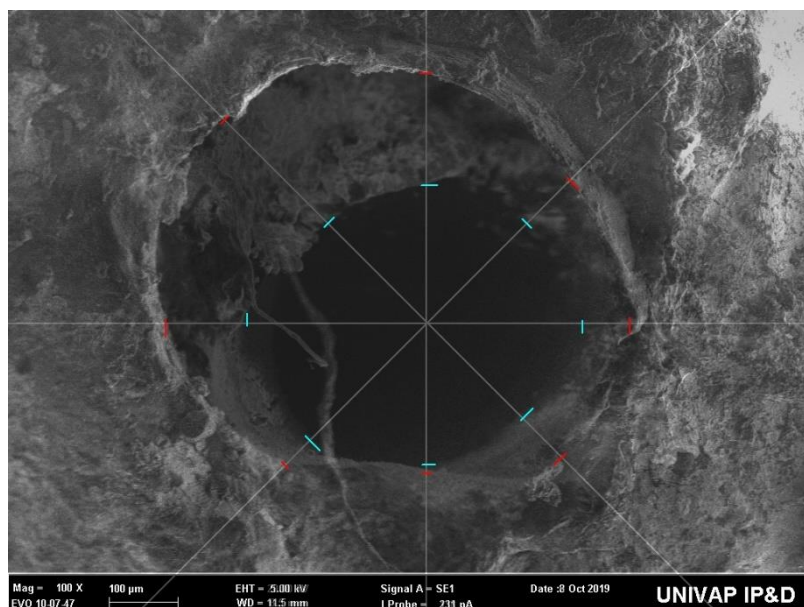
Figura 20 - Fotomicrografia da sobreposição das imagens antes e após a instrumentação do forame apical do Dente 1 do Grupo experimental 45.01(CD)



Legenda: marcações em cinza representam o limite do forame com o os raios do gabarito antes da instrumentação; marcações em amarelo indicam limite do forame após a instrumentação.

Fonte: Elaborada pelo autor.

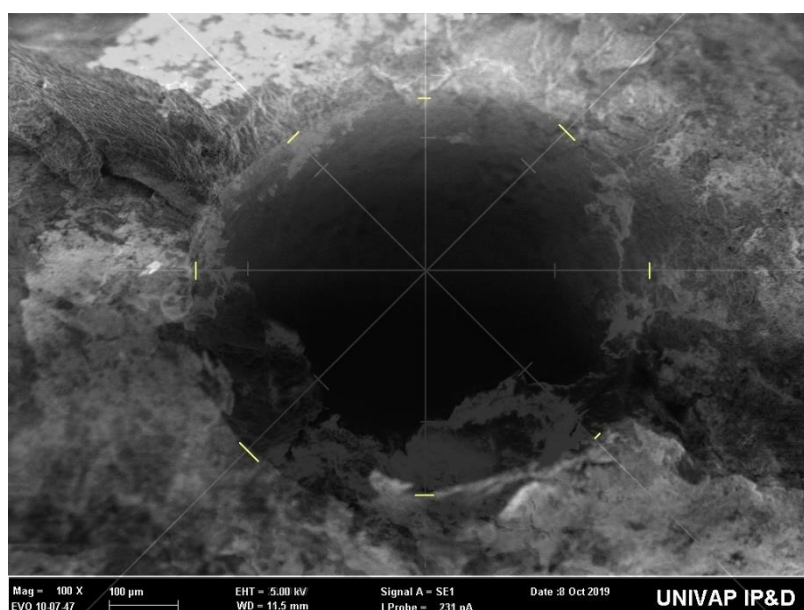
Figura 21 - Fotomicrografia da sobreposição das imagens antes e após a instrumentação do forame apical do Dente 1 do Grupo experimental 45.01(CD+1)



Legenda: marcações em azul a intersecção do limite do forame com o os raios do gabarito antes da instrumentação. marcações em vermelho indicam limite do forame após a instrumentação.

Fonte: Elaborada pelo autor.

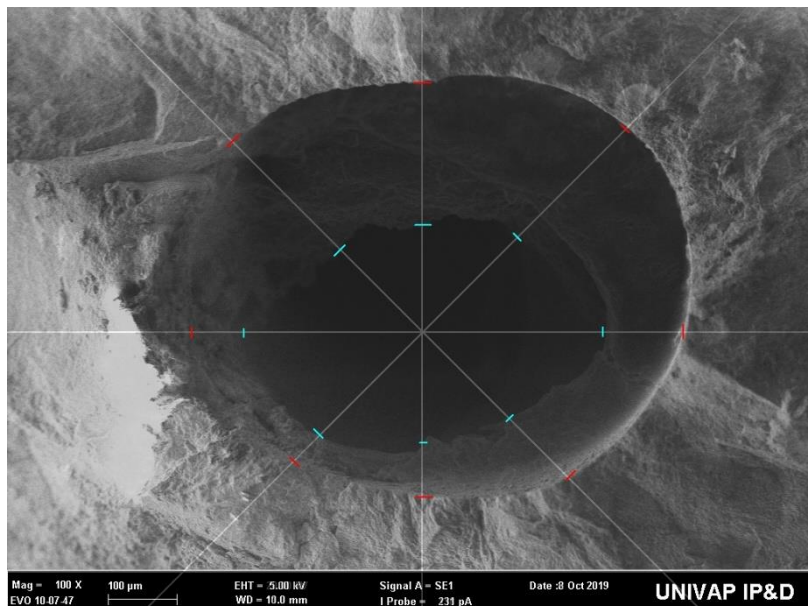
Figura 22 - Fotomicrografia da sobreposição das imagens antes e após a instrumentação do forame apical do Dente 1 do Grupo experimental 50.01(CD)



Legenda: marcações em cinza representam o limite do forame com o os raios do gabarito antes da instrumentação; marcações em amarelo indicam limite do forame após a instrumentação.

Fonte: Elaborada pelo autor.

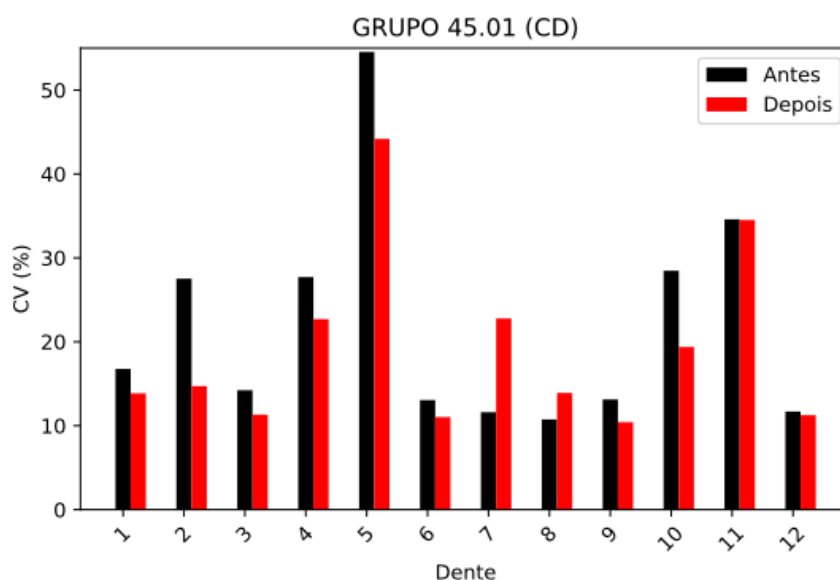
Figura 23 - Fotomicrografia da sobreposição das imagens antes e após a instrumentação do forame apical do Dente 1 do Grupo experimental 50.01(CD+1)



Legenda: marcações em azul a intersecção do limite do forame com o os raios do gabarito antes da instrumentação. marcações em vermelho indicam limite do forame após a instrumentação.

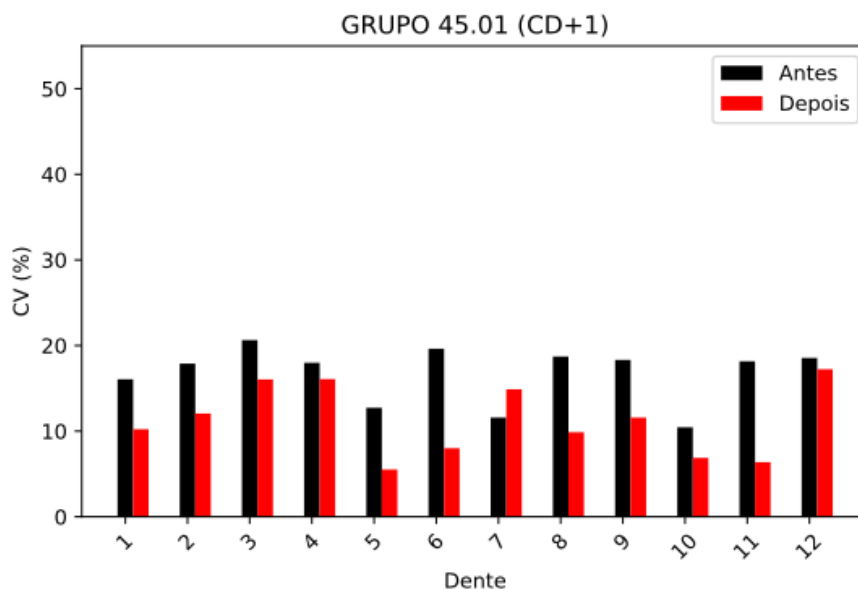
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 24 - Gráfico dos valores dos Coeficientes de Variação dos forames dos dentes do Grupo 45.01(CD) antes e após a instrumentação



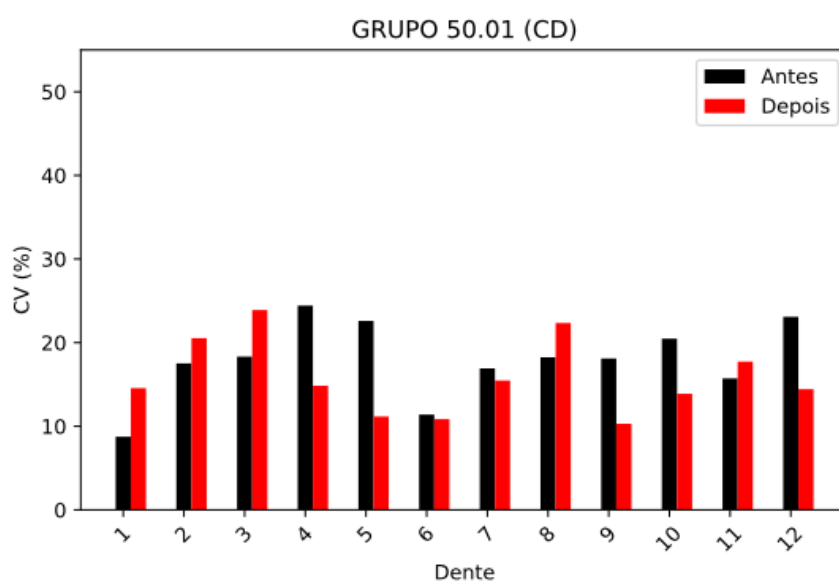
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 25 - Gráfico dos valores dos Coeficientes de Variação dos forames dos dentes do Grupo 45.01(CD+1) antes e após a instrumentação



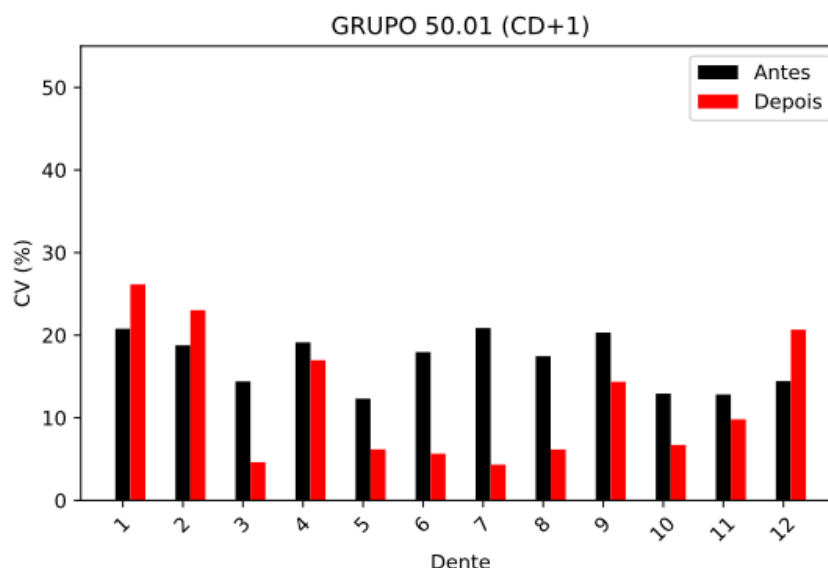
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 26 - Gráfico dos valores dos Coeficientes de Variação dos forames dos dentes do Grupo 50.01(CD) antes e após a instrumentação



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 27 -Gráfico dos valores dos Coeficientes de Variação dos forames dos dentes do Grupo 50.01(CD+1) antes e após a instrumentação



Fonte: Elaborada pelo autor.

Os valores médios de CV antes e após a ampliação foraminal de cada grupo experimental estão expressos na Tabela 4.

Tabela 4 - Médias, desvio padrão (dp) e análise de variância do Coeficiente de Variação do forame, antes e depois dos tratamentos, nos vários grupos experimentais

GRUPOS	n	ANTES	DEPOIS	Teste t-Student
		média ± dp	média ± dp	P-Value
Grupo 45.01(CD)	12	22,005 ± 13,177	19,173 ± 10,572	0.151
Grupo 45.01(CD+1)	12	16,726 ± 3,313	11,231 ± 4,103	0.019
Grupo 50.01(CD)	12	17,964 ± 4,578	15,833 ± 4,463	0.934
Grupo 50.01(CD+1)	12	16,852 ± 3,275	12,055 ± 7,872	0,012

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados mostram que após a instrumentação com ampliação foraminal, o Grupo 45.01 (CD+1) apresentou a menor média do Coeficientes de Variação, enquanto o maior valor foi obtido no Grupo 45.01(CD).

Os dados da Tabela 4 expressam ainda os valores médios e desvio padrão dos Coeficientes de Variação e o resultado da análise estatística (Teste T-Student) na comparação antes e após a instrumentação nos diferentes grupos experimentais. Podemos notar que houve redução do Coeficiente de Variação médio após a instrumentação em todos os grupos experimentais, no entanto esta diferença foi estatisticamente significativa somente nos grupos 40.01 (CD+1) e 50.01 (CD+1), ambos instrumentados 1 mm além do limite do comprimento do dente. Esta significância não foi observada nos grupos 40.01 (CD) e 50.01 (CD) cuja ampliação foraminal se deu no limite do comprimento do dente

Ao se comparar os grupos 40.01(CD) e 50.01(CD), ambos instrumentados no limite do comprimento do dente, notamos que o grupo com maior ampliação apical resultou em menor valor de CV médio. Quando instrumentados além do comprimento do dente, o Grupo 45.01(CD+1) apresentou menor valor de CV médio em relação ao grupo de maior calibre 50.01(CD+1).

Considerando a ampliação foraminal com instrumentos de mesmo calibre, o grupo 45.01 (CD+1) obteve melhor resultado com CV médio de 11,23% frente aos 19,17% apresentado pelo grupo 45.01(CD), instrumentado no limite do comprimento do dente.

Ainda com base nos resultados, comparando-se o grupo 50.01(CD) com o grupo 50.01 (CD+1), observamos que a instrumentação além do comprimento do dente apresentou valor médio de CV (12,05%) menor que o grupo com ampliação foraminal no limite apical (15,83%).

Nas comparações entre grupos descritas, as diferenças não apresentaram significância estatística. As tabelas de 5 a 8 expressam as comparações.

Tabela 5 - Comparação dos valores de CV médio entre os grupos 45.01 (CD) e 50.01 (CD) após a ampliação foraminal (teste Mann Whitney)

	Grupo 45.01(CD)	Vs	Grupo 50.01(CD)
<i>Média</i>	19,17		15,83
<i>Desvio Padrão</i>	10,57		4,46
<i>Mediana</i>	14,31		14,70
Teste Mann Whitney. P-Value = 0,772 > 0.05. Valores em %.			
Fonte: Elaborada pelo autor.			

Tabela 6 - Comparação dos valores de CV médio entre os grupos 45.01 (CD+1) e 50.01 (CD+1) após a ampliação foraminal (teste Mann Whitney)

	Grupo 45.01(CD+1)	Vs	Grupo 50.01(CD+1)
<i>Média</i>	11,23		12,05
<i>Desvio Padrão</i>	4,10		7,87
<i>Mediana</i>	10,90		8,26
Teste Mann Whitney. P-Value = 0,644 > 0.05 Valores em %.			
Fonte: Elaborada pelo autor.			

Tabela 7 - Comparação dos valores de CV médio entre os grupos 45.01 (CD) e 45.01 (CD+1) após a ampliação foraminal (teste Mann Whitney)

	Grupo 45.01(CD)	Vs	Grupo 45.01(CD+1)
<i>Média</i>	19,17		11,23
<i>Desvio Padrão</i>	10,57		4,10
<i>Mediana</i>	14,31		10,90
Teste Mann Whitney. P-Value = 0,037 > 0.05. Valores em %.			
Fonte: Elaborada pelo autor.			

Tabela 8 - Comparação dos valores de CV médio entre os grupos 50.01 (CD) e 50.01 (CD+1) após a ampliação foraminal (teste Mann Whitney)

	Grupo 50.01(CD)	Vs	Grupo 50.01(CD+1)
<i>Média</i>	15,83		12,05
<i>Desvio Padrão</i>	4,46		7,87
<i>Mediana</i>	14,69		8,26
Teste Mann Whitney. P-Value = 0,119 > 0.05. Valores em %.			
Fonte: Elaborada pelo autor.			

Quando comparamos os grupos experimentais com relação aos valores médios de CV antes da instrumentação, os resultados descrevem a semelhança estatística entre os forames, comprovando o resultado da padronização na escolha dos espécimes descrito na metodologia (Tabela 4).

6 DISCUSSÃO

A alteração da morfologia dos canais radiculares pela ação dos instrumentos endodônticos utilizados para limpeza e modelagem é amplamente mencionada na literatura em estudos com diferentes metodologias. Além destes, em artigos que avaliam o preparo do canal radicular, encontram-se alguns métodos possíveis, descritos para a análise da ampliação do forame apical.

O método direto conduz a avaliação da morfologia do forame apical já ampliado, mediante a análise de fotografias feitas com câmera fotográfica dotada de lente para macrofotografia (Aragão et al., 1998) ou fazendo a comparação da forma original do forame apical com a nova forma adquirida após a sua ampliação, analisando imagens obtidas com câmara de vídeo acoplada a microcomputador (Ribeiro et al., 1998). Outro método utilizado foi descrito por Goldberg e Massone (2002), onde analisaram a ampliação foraminal por meio de câmera fotográfica acoplada a microscópio ótico, documentando progressivamente o efeito de cada instrumento utilizado na modificação do contorno do forame apical.

Estes dois últimos métodos têm por base a comparação de imagens pré, trans e pós-operatórias da instrumentação dos canais radiculares, em dentes extraídos fixos, avaliados sempre na mesma posição – semelhante à metodologia clássica proposta por Bramante et al. (1987) para a avaliação da forma do canal radicular antes, durante e após o preparo dos canais radiculares.

Para essa mesma finalidade, outro método possível seria a utilização da tomografia computadorizada de alta resolução (*micro CT*), como empregado por Pereira et al. (2006), em acordo com a sugestão de Shadid et al. (1998), para a avaliação da evolução da instrumentação de canais radiculares. Este método foi descartado pela sua indisponibilidade.

A análise destas possibilidades nos levou a desenvolver a metodologia empregada.

Escolhemos comparar imagens pré e pós-operatórias, pelo método direto, tendo por base o princípio da proposta de Bramante et al.(1987), e semelhanças com o método utilizado por Goldberg e Massone (2002) e Smith et al. (2017).

Para a obtenção e análise da imagem, foi escolhido o microscópio eletrônico de varredura, pela possibilidade de se trabalhar com maiores aumentos – até 100 vezes – e obter imagens com alta resolução.

Um aspecto importante que podemos destacar dentro do método desenvolvido para este experimento foi a inclusão da porção coronária das raízes nos stubs metálicos de forma personalizada produzindo artefato para fazer esta inclusão, impedindo a rotação dos espécimes e posicionando-os na plataforma móvel do MEV de forma que permitisse que fossem avaliados sempre na mesma posição. Apesar disso, as fotomicrografias mostraram pequenas diferenças de posicionamento que, devido ao aumento utilizado, foram consideradas desprezíveis. Assim, foi possível, mesmo utilizando o microscópio eletrônico de varredura, produzir imagens comparáveis, repetidas a cada tratamento realizado. Esta análise é relevante já que, ao ser escolhido o microscópio eletrônico de varredura, deixou de ser possível manter o dente fixo, como realizado por Ribeiro et al. (1998) e Goldberg e Massone (2002). Era inevitável a remoção do dente da câmara de vácuo e a volta à bancada de trabalho para a continuidade da aplicação dos tratamentos de ampliação do forame apical.

A limpeza do canal tem como objetivo remoção de bactérias e seus produtos, de tecidos degenerados e contaminados por ação química e mecânica. A eliminação de micro-organismos e de restos pulpares, que poderá servir como substrato para o crescimento microbiano, é importante para que se possa obturar o canal radicular, preenchendo o espaço para impedir a recolonização bacteriana. O terço apical é a parte do canal que apresenta maior dificuldade de

manipulação durante a endodontia, devido à grande variação anatômica presente nessa região e a dificuldade de acesso. Tais variações anatômicas do sistema de canais radiculares dificultam a preparação do canal radicular. A alta frequência de forame acessório, o grande número de ramificações do canal radicular e a presença de canais múltiplos estão relacionados à incidência de insucessos no tratamento endodôntico. Além disso, o gênero e a origem étnica do paciente influenciam na morfologia do canal e, fatores como o envelhecimento fisiológico, as patologias e a oclusão, ocasionam a produção de dentina secundária e terciária e cemento, modificando a anatomia interna do dente. Segundo os autores Burgel e Borba (2011), o conhecimento da região apical e a determinação correta do comprimento do canal radicular poderão ter um efeito positivo no prognóstico do tratamento endodôntico. Inúmeros trabalhos revelam a grande variação anatômica dos forames apicais, tanto no seu posicionamento excêntrico, lateralmente ao ápice radicular como ao seu tamanho e espessura da camada de cemento e consequentemente tamanho do canal cementário, referência fundamental na determinação do comprimento de trabalho. Neste estudo, os dentes selecionados foram previamente analisados com relação a morfologia de seu forame, em lupa estereoscópica, na tentativa de padronizar o tamanho foraminal descartando aqueles que apresentavam diâmetro menor entre 0,30 e 0,40 mm, (compatível com uma lima #40), curvaturas acentuadas e dilacerações apicais. Esta seleção proporcionou melhor uniformidade na comparação entre os espécimes atenuando as variáveis que poderiam influenciar no preparo biomecânico com os instrumentos mecanizados.

Segundo Souza (2006), a recente discussão sobre a patência apical e a limpeza do forame apical, bem como a incorporação desses procedimentos ao tratamento endodôntico, parecem ter levantado ainda mais polêmicas sendo que um consenso ainda não foi alcançado. O autor conceitua patência e limpeza foraminal como procedimentos distintos sendo o primeiro definido como a

repetida penetração do forame apical com uma lima de tamanho fino durante a instrumentação evitando o acúmulo de detritos nessa área, deixando o forame desobstruído. Entretanto, sugere que o forame apical deva ser instrumentado para ser realmente limpo. Em outras palavras, um forame que recebeu patência não é necessariamente limpo. Acrescenta que seria necessário utilizar de uma a duas limas de calibre maior que aquela que se ajusta ao canal para que, após a ampliação da constrição do canal, tocar nas paredes de cimento, conceituando assim o procedimento de limpeza apical.

Em contrapartida, Flanders (2002) descreve que o ato de forçar instrumentos mais calibrosos somente destruiriam a constrição apical natural a qual deve ser preservada para que se obtenha uma forma de resistência apical, formando um anteparo para a posterior obturação. Dentro deste contexto, acreditamos que seja mais adequado diferenciar alguns conceitos. Segundo nossa perspectiva, patência seria somente a desobstrução da região apical com instrumentos de fino calibre, sem que estes, necessariamente, toquem nas paredes do canal dentinário e cementário, eliminando como consequência eventuais resíduos acumulados na região foraminal. O ato de utilizarmos instrumentos que se ajustem na região apical, desgastando sutilmente as paredes circundantes com o movimento de alargamento, mas sem causar modificações morfológicas à anatomia foraminal, se caracteriza somente como limpeza apical. Já o conceito de ampliação foraminal, está vinculado com o procedimento de modelagem do canal cementário, realizando sobre-instrumentação, o que inevitavelmente, apesar de eliminar detritos, alterariam copiosamente a anatomia inicial do forame apical.

Sendo assim, o procedimento avaliado neste experimento, algumas vezes citado como patência apical, nos parece melhor definido pela denominação patência e ampliação do forame apical. Cunhá-lo, somente, como patência apical nos parece incorrer num erro, devido ao fato que “manter patente ou fazer

patência” significa manter ou tornar desimpedido, transitável (Souza, 2000), portanto nada tem a ver com ampliação. No entanto, acreditamos, assim como Flander (2002) que o assunto ainda carece de maior aprofundamento na sua compreensão.

Um dos objetivos principais do tratamento endodôntico é minimizar a quantidade de microrganismos e detritos patológicos do sistema de canais radiculares, principalmente da região apical. Grande quantidade desses detritos, também chamados de debris, são produzidos durante preparo dos canais radiculares, pela ação dos instrumentos endodônticos e compactados na porção final do conduto e por vezes, extravasados para região periapical. Parris (1994), Souza (2000; 2006), Coldeiro (2002), Flanders (2002), Baugh e Wallace (2005), Yadav (2013) enfatizaram a importância da limpeza do forame apical. Os autores salientaram ainda que apesar de ser importante a preservação do periodonto apical, em casos de necrose pulpar devido à contaminação do terço apical do canal, a manipulação dessa região se torna imprescindível, em contrapartida ao conceito defendido por Schilder (1974) onde defende que o forame apical deve ser mantido em sua posição original e mantido tão pequeno quanto seja possível defendendo a limpeza dessa região mas sem modificações morfológicas. Defendemos a idéia compartilhada por Souza (2006) de que a limpeza do forame tem um objetivo biológico, ao serem removidos os irritantes desta região do canal favorecendo o processo de reparo, e um objetivo mecânico, pois ao evitar a obstrução do canal por raspas de dentina condensadas, favorece o adequado efeito das soluções irrigadoras e da medicação intracanal. Quando se trata do acúmulo de debris na região apical, um aspecto que devemos considerar é quanto ao tipo de instrumento, manual ou mecanizado, utilizado para os procedimentos de preparo dos canais, limpeza e ampliação foraminal. A literatura evidencia que a utilização de instrumentos manuais de aço inoxidável favorece o maior acúmulo de raspas de dentina

compactadas na região apical quando comparadas com instrumentos de níquel titânio acionados a motor (Aragão, 1998; Beeson, 1998; Tinaz, 2005; Kustarci, 2008; Carvalho, 2012). Tal fato se deve ao comportamento desempenhado desses instrumentos dentro do canal radicular, ou seja, à cinemática empregada que, nos instrumentos manuais, pelo movimento de penetração e retirada, empurra e compacta os debris na região apical. Este efeito de “êmbolo” é minimizado nos instrumentos que tem cinemática rotatória, o que permite que as raspas de dentina sejam retiradas do ambiente radicular para fora do canal através dos espaços entre as lâminas de corte desses instrumentos, causando efeito semelhante ao ‘parafuso de Arquimedes’. Desta maneira, o uso da instrumentação mecanizada se torna, evidentemente, mais favorável no que diz respeito ao acúmulo e até mesmo extravasamento de debris na região apical e periapical (Aragão, 1998; Beeson, 1998; Kustarci, 2008; Carvalho, 2012; De Deus, 2015; Bueno, 2019). No entanto, por ser inevitável que a sujidade, consequente da decomposição orgânica do tecido pulpar em casos de necrose, associadas às raspas de dentina provenientes da instrumentação (debris), se acumulem ou permaneçam na região apical do sistema endodôntico (De Deus, 2015), não somente na luz do canal mas também aderido às paredes de dentina no canal dentinário e às paredes do cimento no canal cementário, tornando ineficiente a limpeza desta região terminal. Desta maneira se faz necessário a complementação do processo de limpeza desta região, lançando mão de técnicas como a patência e ampliação foraminal, eliminando assim, com o desgaste das paredes de cimento do canal cementário, biofilme e tecido mineralizado contaminado, fato contestado por Coldero et al. (2002) que, baseado em seus estudos, afirmam que não é necessário remover dentina na parte apical do canal radicular mesmo em canais contaminados desde que seja realizado um bom preparo cervical que permita uma irrigação satisfatória de toda extensão do canal radicular.

Outra característica importante é o limite de instrumentação ou comprimento de trabalho, ou seja, até onde vai a atuação do endodontista dentro dos canais radiculares. Segundo Souza (2006), o limite apical da instrumentação do canal radicular sempre foi motivo de grande controvérsia. Apesar do grande número de estudos publicados sobre o assunto, ainda não foi alcançado um consenso. Burch e Hulen (1972) baseado nos estudos da morfologia apical, afirmam que os clínicos devem ter em mente as características anatômicas da região e do forame apical para que durante os processos de odontometria, instrumentação dos canais e obturação, evitar a injúria do ligamento periodontal, tecido este relatado como intocável e essencial à reparação pós tratamento. Flanders (2002) no mesmo sentido relata que o ato de forçar instrumentos mais calibrosos além do limite CDC somente destruiriam a constrição apical natural que deve ser preservada para que se obtenha uma forma de resistência apical, formando um anteparo para a posterior obturação. No entanto, Parris et al. (1994), Lambrianidis et al. (2001), Flanders (2002), Khademi et al. (2006), Kustarcı et al. (2008) e Siqueira (2018), demonstraram as vantagens de manipular tecnicamente a região apical, realizando modelagem do canal radicular além dos limites do forame apical, aumentando a capacidade de limpeza e remoção de debris o que favoreceria a reparação pós tratamento endodôntico.

Importante ressaltar que o desgaste de tecido mineralizado da região apical, na tentativa de remoção de debris pelos procedimentos de ampliação foraminal, acarreta inevitavelmente aumento da área do forame pela ação dos instrumentos endodônticos que atuam nessa região.

Sendo assim, devemos levar em consideração que o aumento da área foraminal determina de forma implícita, a remoção de dentina e cimento, cada qual respectivo ao seu canal, e evidentemente, eliminação de debris que

eventualmente estejam presentes na luz ou aderidos as paredes dentinária e cementária do canal.

Os resultados apresentados neste estudo revelaram que os procedimentos de ampliação apical proporcionaram aumento da área do forame apical em todos os grupos experimentais, independente do limite de instrumentação, quer no limite do forame ou além dele, o que determinou maior capacidade de remoção de debris. Tal observação não foi notada nos dentes do grupo controle, instrumentado 1 mm aquém do ápice radicular, onde o aumento da área do forame não apresentou diferença estatística significativa. Esses resultados também foram observados por Parris et al. (1994), Lambrianidis et al., em 200, Flanders (2002), Khademi et al. (2006), Kustarcı et al. (2008), De Deus (2015), Siqueira (2018) e Bueno (2019). Importante ressaltar que no grupo controle, dois dentes apresentaram diminuição aparente da área do forame, efeito contrário do esperado e observado nos dentes dos demais grupos. Esta condição pode ser justificada pelo acúmulo de debris na região apical após instrumentação e a formação de um “plug” apical resultante da ação do instrumento e não realização de limpeza do forame nesse grupo. Ainda baseado nos achados deste estudo, podemos afirmar que o limite de instrumentação, analisado de forma independentemente, foi fator relevante para o aumento da área do forame e capacidade de remoção de debris. Tal fato pode ser observado quando comparamos os grupos, G45.01 (CD+1), G50.01(CD) e G50.01(CD+1) que apresentaram aumento da área do forame com maior remoção de debris quando comparados com os grupos 40.01(CD), instrumentado no limite do comprimento do dente, e grupo controle, instrumentado 1 mm aquém desse limite. Além disso, a utilização de um instrumento de ampliação apical de maior calibre como o instrumento 50.01 mostrou um aumento de área maior quando instrumentado 1 mm além do forame apical (Grupo 50.01 (CD+1)). Tal fato pode ser justificado pela maior alteração morfológica do forame original, causado pela ação de

instrumento de maior calibre o que lhe conferiria menor flexibilidade com consequente maior pressão às paredes do canal radicular, fato também observado por Bueno (2019). Quando comparamos os grupos experimentais ao grupo controle, podemos observar a importância do procedimento de ampliação foraminal uma vez que neste último, não houve aumento significativo da área do forame e por consequência menor capacidade de remoção de debris da região apical. Vale lembrar que em dois dentes do grupo controle, instrumentado 1 mm aquém do comprimento do dente e que não recebeu ampliação do forame, houve ainda diminuição da área livre do forame apical pelo acúmulo de debris que foi empurrado para região do canal cementário formando um ‘plug’ apical, como observado também nos estudos de Beeson et al. (1998).

O objeto deste estudo, além da remoção de debris, foi avaliar a regularização do desgaste, ou transporte foraminal, obtida com a ampliação do forame apical. Os resultados mostraram que a ampliação regularizou significativamente o forame apical, no entanto devendo ser realizada com menor intensidade ou com outros instrumentos e/ou técnicas nos casos em que se observe curvatura acentuada apical do canal. Consideramos serem necessárias novas pesquisas nesse sentido, para que se possa definir a melhor maneira de realizá-la nestes casos.

A diferença estatisticamente significativa entre os CV médios da morfologia do forame apical antes de sua ampliação, e os forames apicais preparados com instrumentos 40.01 e 50.01 no limite do comprimento do dente ou 1 mm além dele, indicam que a ampliação foraminal, como realizado neste experimento, os torna mais regulares.

Nossos resultados estão em desacordo com os obtidos por Weine et al. (1975), Ribeiro et al. (1998) e Goldberg e Massone (2002). Esses autores não encontraram resultados positivos para a forma do forame apical após a sua instrumentação. Citam, principalmente, a deformação do forame apical como o

resultado mais esperado para este procedimento, gerando uma não recomendável forma de gota para o forame apical ampliado (*zip*).

Baseado nos resultados deste estudo, consideramos que, por serem os forames muitas vezes irregulares, apresentando áreas de retenção de resíduos de difícil remoção pelos processos naturais de defesa, a ampliação do forame apical deveria ser executada como complementação à instrumentação, com o propósito de regularizá-lo. Vale salientar que muitos forames apicais são circulares ou levemente ovais, o que provavelmente dispensariam esta ampliação (Kutler, 1955; Green, 1956; Simon, et al., 1981; Stein, Corcoran, 1990; Dummer et al., 1984; Briseño-Marroquin et al., 2004; Hassanien et al., 2008), porém, não há como avaliá-los durante o tratamento endodôntico, para saber quando estamos diante de um canal com forame irregular ou não.

Seguindo essa linha, nossos resultados concordam com os de Aragão et al. (1998), que, apesar de encontrarem forames apicais com forma regular quando ampliados com lima de aço inoxidável, esses autores obtiveram melhores resultados com limas de níquel-titânio acionados a motor como rotatórios Profile, Quantec e Lightspeed.

O uso de instrumentos como utilizados no grupo 50.01(CD), de maior calibre do que o utilizado para ampliação foraminal no grupo 45.01 (CD), apresentou melhor resultado, com desgaste mais regular e menor transporte apical, no entanto, sem diferença estatisticamente significativa. Em contrapartida, quando aumentamos o calibre do instrumento de preparo apical, em um comprimento de trabalho 1 mm além do comprimento do dente (50.01 CD+1), a menor deformação do forame pode ser notada no grupo que realizou menor desgaste (45.01CD+1), mas também sem significância estatística. Estes resultados não nos permitem dizer que a ampliação progressiva, com o aumento do calibre dos instrumentos melhora a regularização do forame. No entanto, segundo Souza Filho et al. (2012), a ampliação com sucessivos aumentos dos

instrumentos, deve deformá-lo, portanto, baseados na prudência quanto a prevenir a deformação do forame apical, sugerem que a ampliação do mesmo até a lima de calibre 25 seja suficiente para permitir invaginação de tecido e reparo do tecido periapical. Corroborando esta escolha podemos citar que, em 1974, Schilder indicou, para necropulpectomias, ampliação do forame apical, sem precisar a intensidade deste desgaste. Ressaltou que o forame apical deve ser mantido tão constricto quanto prático, ou seja, adequado ao tratamento.

Outra característica do uso da patência e ampliação do forame apical é a diminuição da importância da localização do limite CDC ou da constrição apical, na prática, impossíveis de realizar com precisão. A odontometria se torna então apenas uma referência, já que na instrumentação a lima pode ser levada além do forame apical, sempre com margem de segurança, para que a intenção de ampliação foraminal seja concretizada. Para que o travamento do cone possa ocorrer em posição adequada, ele pode ser planejado a 1 mm do ápice radiográfico e esta medida checada com o uso de testes clínicos, localizadores apicais eletrônicos e provas radiográficas do cone, havendo, assim, grande probabilidade de estar a ponta do cone adaptada ao canal dentinário. Seria, dentro dessa linha de raciocínio, minimizada a importância de não ser possível identificar radiograficamente a excentricidade, ou seja, o frequente desvio do forame apical em relação ao ápice radicular (Burch, Hulen, 1972; Weine et al., 1975; Simon et al., 1981; Dummer et al., 1984; Ricucci, 1998; Hassanien et al., 2008; Siqueira, 2018). Cabe aqui ressaltar neste momento que o limite apical de instrumentação e de obturação ainda são tópicos de muita discussão, porém, como qualquer disciplina clínica, a endodontia não é uma ciência exata e as opiniões podem diferir, desde que respaldadas por evidências científicas.

Com base nessa limitação e por conta de algumas situações clínicas em que há maior preocupação com o conteúdo séptico deste milímetro final do canal e sua influência no sucesso do tratamento, é que existe indicação de uma

atuação mais intensa, que vai além da simples limpeza, com desgaste do forame apical, visando instrumentar, como se faz no restante do canal radicular, este pequeno segmento de canal cementário, obtendo assim adequada e importante desinfecção (Schilder, 1974; Alves, 2006; Souza, 2006). Wu et al. (2000) recomendam, porém, que a ampliação foraminal seja feita após a instrumentação do canal radicular com o objetivo de diminuir a extrusão de detritos. Corroborando com essa premissa, os resultados obtidos neste experimento, em seu conjunto, sugerem que a patência e ampliação do forame apical geram limpeza, visto que raramente foram observados, pela microscopia, resíduos na porção avaliada.

Quanto aos instrumentos utilizados neste experimento, se analisada a literatura que sugere serem as limas de aço inoxidável pouco flexíveis quando comparadas aos instrumentos de liga níquel-titânio (Walia et al., 1988), nossos resultados caminham de acordo, mostrando melhor regularização dos contornos foraminais após a instrumentação com instrumentos mecanizados de níquel-titânio em todos os grupos experimentais, independente do limite de instrumentação.

Outra característica do uso da patência e ampliação do forame apical é a diminuição da importância da localização do limite CDC ou da constricção apical, na prática, impossíveis de realizar com precisão. A odontometria se torna então apenas uma referência, já que na instrumentação a lima pode ser levada além do forame apical, sempre com margem de segurança, para que a intenção de ampliação foraminal seja concretizada. Para que o travamento do cone possa ocorrer em posição adequada, ele pode ser planejado a 1 mm do ápice radiográfico e esta medida checada com o uso de testes clínicos, localizadores apicais eletrônicos e provas radiográficas do cone, havendo, assim, grande probabilidade de estar a ponta do cone adaptada ao canal dentinário. Seria, dentro dessa linha de raciocínio, minimizada a importância de não ser possível

identificar radiograficamente a excentricidade, ou seja, o frequente desvio do forame apical em relação ao ápice radicular (Burch Hulen, 1972; Weine *et al.*, 1975; Simon *et al.*, 1981; Dummer *et al.*, 1984; Ricucci, 1998; Hassanien *et al.*, 2008).

Os resultados deste estudo mostram o canal cementário preservado, quando a instrumentação é realizada 1 mm aquém do forame apical (grupo controle 40.05 (CD-1)), com realização da patência passiva (sem ampliação do forame). No que se refere à qualidade (aspectos) da ampliação foraminal, ou seja, paredes tocadas ou instrumentadas, não houve diferença estatística entre a ampliação realizada no limite do forame e a ampliação efetuada 1 mm além do forame. No entanto quando esta ampliação foi conduzida além do forame apical com instrumentos de maior calibre, maiores foram às ocorrências de desvio do formato original do forame.

Estes desvios foraminais encontrados nos grupos em que a ampliação foi realizada, podem ser, portanto, decorrentes do uso de instrumentos rotatórios mais calibrosos, que permite menor flexibilidade ao instrumento quando comparados a instrumentos de menor calibre. Sugerimos que novos ensaios laboratoriais sejam realizados a fim de investigar essa limitação.

Ainda em relação aos desvios, possivelmente o grupo sem ampliação (Grupo controle 40.05 CD-1), em que foi realizado apenas a patência passiva, pode também ter apresentado desvio, porém esse desvio pode estar localizado no canal dentinário. Esse fator não foi alvo de avaliação neste trabalho, por isso indicamos a investigação desse provável desvio do canal dentinário que possivelmente irá acarretar menor limpeza na parede dentinária oposta à região de desvio.

Experimentalmente, a ampliação do forame apical permite a invaginação de tecido conjuntivo vindo da região do ligamento periodontal para o interior do canal radicular. Souza Filho *et al.* (2012) concluem que em dentes com o forame

ampliado e com os canais obturados a até 4 mm do ápice radicular espera-se que ocorra o reparo periapical, com frequente obliteração da porção ampliada do canal radicular por tecido mineralizado. Esta obliteração é considerada ideal em termos de processo de reparo após o tratamento endodôntico.

Por outro lado, o efeito mecânico da ampliação da porção apical sobre sua forma é motivo de controvérsia. Weine et al. (1975) consideram que esta ampliação pode provocar uma deformação (*zip*) que levaria a um inadequado selamento apical da obturação. Ribeiro et al. (1998), Lam et al. (1999) e Goldberg e Massone (2002) observaram que a ampliação do forame apical levou a esta deformação. Com resultados opostos, Aragão *et al.* (1998) observaram ampliação do forame apical com pouca deformação quando empregada a instrumentação manual realizada com movimento oscilatório ou por meio de instrumentação mecânico-rotatória. Serene et al., em 1995, relataram que utilizando limas níquel-titânio esta ampliação poderia resultar em uma aceitável morfologia do canal radicular.

Com base nos resultados deste estudo, nossa avaliação é que se façam a patência e ampliação dos forames apicais em todas as situações clínicas, principalmente nos casos de necrose. Isto porque, a limpeza da porção final do canal, além da constrição apical, seria mais seguramente realizada já que a condensação de raspas de dentina e extrusão de debris seria prevenida. A comprovação de haver invaginação de tecido do ligamento periodontal para o interior do canal após a ampliação foraminal com preponderante reparo apical por tecido fibrosos ou mesmo tecido mineralizado (Benatti et al., 1985; Souza Filho et al., 1987; Souza Filho, 1995; Souza Filho et al., 1996; Beeson, 1998; Holland et al., 2005) e a regularidade dos forames após a ampliação foraminal demonstradas neste estudo justificam sua realização.

7 CONCLUSÃO

- Melhores resultados, tanto quanto a remoção dos debrís, quanto ao transporte apical foram encontrados quando foi realizada a ampliação foraminal.
- A capacidade de remoção de debrís e consequente aumento da área do forame apical após a instrumentação foi maior quando utilizado instrumentos além do comprimento do dente para ampliação apical.
- Instrumentos de maior calibre quando utilizados além do forame apical causam maior irregularidade no desgaste dos forames com maior transporte apical.
- O uso de instrumentos de maior calibre apresentou melhor resultado, com desgaste mais regular e menor transporte apical quando utilizado no limite do comprimento do dente.

REFERÊNCIAS*

Albuquerque MTP. Ação de medicações intracanal sobre biofilme bacteriano localizado em áreas de reabsorção apical de dentes humanos extraídos [tese]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2012.

Alves FRF, Siqueira Jr JF, Lopes HP. O terço apical da raiz: características morfológicas, microbiota e considerações terapêuticas. *Rev Bras Odontol*. 2005 62(3/4):172-6. ID: lil-541735.

Alves FRF, Paiva LP, Marceliano-Alves MF, Cabreira LJ, Lima KL, Siqueira Jr JF, et al. Bacteria and hard tissue debris extrusion and intracanal bacterial reduction promoted by XP-endo Shaper and Reciproc instruments. *J Endod*. 2018 Jan;44(7):1173-8. doi:10.1016/j.joen.2018.04.007.

Aragão EM, Archegas LRP, Heck AR, Moraes SH. Evaluacion de la deformacion del foramen apical producida por la sobreinstrumentacion com instrumentos manuales y mecanicos rotativos por sistema profile y quantec. IX Cosae; 1998; Buenos Aires, Argentina. In: *Anales del IX Congreso de la Sociedad Argentina de Endodoncia*. Buenos Aires; 1998. p. 45.

Arvaniti IS, Khabbaz MG. Influence of root canal taper on its cleanliness: a scanning electron microscopic study. *J Endod*. 2011 Jun;37(6):871-4. doi: 10.1016/j.joen.2011.02.025.

Auerbach MB. Antibiotics vs instrumentation in endodontic. *NY St Dent J*. 1953 19(5):225-8.

Baugh D, Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. *J Endod*. 2005 May;25(3):158-64. doi: 10.1097/01.don0000145422.94578.e6

Baumgartner CJ, Falkler WA. Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals. *J Endod*. 1991 Aug;17(8):380-3. doi:10.1016/s0099-2399(06)81989-8.

* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [cited 2019 Nov 19]. U.S. National Library of Medicine; [about 6 p.]. Available from: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

Beeson TJ, Hartwell GR, Thornton JD, Gunsolley JC. Comparison of debris extruded apically in straight canals: conventional filing versus profile.04 taper series J Endod. 1998;24(1):18-22. doi:10.1016/s0099-2399(98)80206-9

Benatti O, Valdrighi L, Biral RR, Pupo J. A histological study of the effect of diameter enlargement of the apical portion of the root canal. J Endod. 1985;11(10):428-34.

Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. J Endod. 1987;13(5):243-5. doi:10.1016/s0099-2399(87)80099-7

Burch JG, Hulen S. The relationship of the apical foramen to the anatomic Apex of the tooth root. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology. 1972 Aug;(34):262-8. doi: 10.1016/0030-4220(72)90418-5.

Burgel MO, Borba MG. Análise da anatomia apical do canal radicular de pré-molares inferiores em microscopia eletrônica de varredura. RFO. 2011 Jan/Abr;16(1):49-53.

Burklein S, Jager, PG, Shafer E. Apical transportation and canal straightening with different continuously tapered rotary file systems in severely curved root canals: F6 SkyTaper and OneShape versus Mtwo. Int Endod J. 2016 Nov;50(10):983-90. doi: doi:10.1111/iej.12716.

Carr GB, Schwartz RS, Schaudinn C, Gorur A, Costerton JW. Ultrastructural examination of failed molar retreatment with secondary apical periodontitis: an examination of endodontic biofilms in an endodontic retreatment failure. J Endod. 2009 Sep;(35):1303-9.

Carvalho RLS, Guimaraes CS, Santos RA, Pinheiro JT. Debridamento foraminal no protocolo de atendimento de endodontistas. Rev Fac Odontol. 2012 May;53(2):15-8.

Coldero LG, Mchugh S, Mackenzie D, Saunders WP. Reduction in intracanal bacteria during root canal preparation with and without apical enlargement. Int Endod J. 2002. May;(35):437-46. doi: 10.1046/j.1365-2591.2002.00496.x.

De Deus G, Marins J, Silva EJNL, Souza E, Belladonna FG, Reis C, et al. Accumulated hard tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-

titanium canal preparation. *J Endod.* 2015 May;41(5):676-81.
doi:10.1016/j.joen.2014.11.028

Distel JW, Hatton JF, Gillespie MJ. Biofilm formation in medicated root canals. *J Endod.* 2002 Oct;28(10):689–93. doi: 10.1097/00004770-200210000-00003

Dummer PMH, McGinn JH, Rees DG. The position and topography of the apical constriction and apical foramen *Int Endod J.* 1984;17(4):192-8.

Flanders D. Endodontic patency. How to get it. How to keep it. Why it is so important. *N Y State Dent J.* 2002 Mar;68(3):30-2.

George G, Kishen A, Song KP. The role of environmental changes on monospecies biofilm formation on root canal wall by *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2005 Dec;31(12):867-2. doi:10.1097/01.don.0000164855.98346.fc .

Goldberg F, Massone EJ. Patency file and apical transportation: an in vitro study. *J Endod.* 2002 Jul;28(7):510-1. doi: 10.1097/00004770-200207000-0000

Green D. A stereomicroscopic study if the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1956;9(11):1224-32. doi:10.1016/0030-4220(56)90192-x

Hassanien EE, Hashem A, Chalfin H. Histomorphometric Study of the Root Apex of Mandibular Premolar Teeth: An Attempt to Correlate Working Length Measured with Electronic and Radiograph Methods to Various Anatomic Positions in the Apical Portion of the Canal. *J Endod.* 2008 Apr;34(4):408-12. doi: 10.1016/j.joen.2007.12.013

Holland R, Sant’anna Júnior A, Souza V, Dezan Junior E, Otoboni Filho JA, Bernabé PFE, Nery MJ, Murata SS. Influence of apical patency and filling material on healing process of dogs’ teeth with vital pulp after root canal therapy. *Braz Dent J.* 2005 (16):9-16. doi: 10.1590/s0103-64402005000100002.

Kayaoglu G, Ormulu H, Akca G, Gurel M, Gençay O, Sorkun K, et al. Antibacterial activity of própolis versus conventional endodontic disinfectants against *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules *J Endod.* 2011 Jan; 37(3):376-81.

Khademi A, Yazdizadeh M, Feizianfard M. Determination of the minimum instrumentation size for penetration of irritants to the apical third of root canal systems. *J Endod*. 2006 May;32(5):417-20. doi: 10.1016/j.joen.2005.11.008.

Kusters A, Acinar KE, Er K. Apical extrusion of intracanal debris and irrigant following use of various instrumentation techniques *Oral Surg*. 2008;105(2):257-62. doi:10.1016/j.tripleo.2007.06.028

Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes *J Am Dent Assoc*. 1955;50(5):544-52.

Lam TV, Lewis DJ, Atkins DR, Macfarlane RH, Clarkson RM, Whitehead MG, et al. Changes in root canal morphology in simulated curved canals over-instrumented with a variety of stainless steel and nickel titanium files. *Aust Dent J*. 1999;44(1):12-9.

Lambrianidis T, Tosonidou E, Tzoanapoulou M. The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. *J Endod*. 2001;27(11):696-8. doi:10.1097/00004770-200111000-00011

Leonardo MR, Leonardo RT. Tratamento de canais radiculares: avanços tecnológicos de uma endodontia minimamente invasiva e reparadora. São Paulo: Artes Médicas; 2012.

Martos J, Ferrer-Luque CM, González –Rodriguez MP, Castro LAS. Topographical evaluation of the major apical forâmen in permanent human teeth. *Int Endod J*. 2009 Mar;(42):329-34. doi: 10.1111/j.1365-2591.2008.01513.x.

Martos J, Lubian C, Silveira LFM, Castro LAS, Luque CMF. Morphological analysis of the root apex in human teeth. *J Endod*. 2010 Apr;36(4):664-7. doi: 10.1016/j.joen.2010.01.014.

Mitta A, Naseem L, Pandey SR. Effect of apical clearing technique on the treatment outcome of teeth with asymptomatic apical periodontitis: A randomized clinical trial. *J Conserv Dent*. 2016 Sep;19(5):396.

Mounce R. What is apical patency and does it matter? *Compendium* 2005; 26(1):62-6.

Nair PNR, Sjogren U, Krey G, Kahnberg KE, Sundqvist G. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. *J Endod*. 1990 Dec;16(12):580-8. doi:10.1016/s0099-2399(07)80201-9.

Palmer MJ, Weine FS, Healey HJ. Position of the apical foramen in relation to endodontic therapy. *J Canad Dent Assoc*. 1971;37(8):305-8.

Parris J, Wilcox L, Walton R. Effectiveness of apical clearing: histological and radiographical evaluation. *J Endod*. 1994 May;20(5):219-24.

Pereira AJA, Fidel RAS, Fidel SR, Cecília MS, Duarte MAH. Comportamento das limas manuais de aço inoxidável e de níquel-titânio em relação ao transporte apical. *Rev Bras Odont*. 2001 Mar;58(4):266-9.

Poladian AJ, Blustein DR, Rodriguez AM. Configuración radicular externa e intern. Su importância em el éxito del tratamiento endodôntico. *Endodoncia*. 2006;24(2):78-86. Espanhol.

Ponce EH, Fernandez JAV. The Cemento-Dentino-Canal Junction, the Apical Foramen, and the Apical Constriction: Evaluation by Optical Microscopy. *J Endod*. 2003 Mar;29(3):214-9. doi: 10.1097/00004770-200303000-00013.

Ribeiro AF, Abad ER, Radetic EA, Machado MEL. Avaliação in vitro do transporte do forame apical durante o preparo biomecânico dos canais radiculares através da análise morfométrica computadorizada. *Rev Bras Odont*. 1998 Feb;55(6):327-31.

Ricucci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *Int Endod J*. 1998 Nov;(31):384-93. doi: 10.1046/j.1365-2591.1998.00184.x.

Ricucci D, Siqueira Jr JF. Recurrent apical periodontitis and late endodontic treatment failure related to coronal leakage: a case report. *J Endod*. 2011 Aug;37(8):1171-5. doi: 10.1016/j.joen.2011.05.025.

Schilder H. Cleaning and shaping of the root canal. *Dent Clin North Am*. 1974 Mar;18(2):269-96.

Shadid DB, Nicholls JJ, Steiner JC. A comparison of curved canal transportation with balanced force versus Lightspeed. *J Endod*. 1998; 24(10):651-4. doi:10.1016/s0099-2399(98)80148-9

Simon JHS, Yonemoto GS, Bakland LK. Comparison of cellular cementum in normal and diseased teeth – a scanning electron microscopy study. *J Endod*. 1981;7(8):370-5.

Siqueira Jr JF. Apical actinomycosis as a continuum of intraradicular and extraradicular infection: case report and critical review on its involvement with treatment failure. *J Endod*. 2018 Sep;34(9):1124-9. doi:10.1016/j.joen.2008.06.002.

Smith BA, Silva DFM, Melo JSM, Castro RF, Dias Junior LCL, et al. Morfologia foraminal após utilização de sistemas rotatórios para patência apical. *RDAP* 2017 Jul/Dez;1(2)5-11.

Song YL, Bian Z, Fan MW, Gutman JL, Peng B. A comparison of instrument-centering ability within the root canal for three contemporary instrumentation techniques. *Int Endod J*. 2004;37(4):265-71. doi:10.1111/j.0143-2885.2004.00798.x

Souza Filho FJ, Benatti O, Almeida OP. Influence of the enlargement of the apical foramen in periapical repair of contaminated teeth of dog. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1987;64(4):480-4. doi:10.1016/0030-4220(87)90157-5

Souza Filho FJ. Influência da ampliação do diâmetro do forame apical e do limite da obturação do canal no processo de reparação pós-tratamento endodôntico em dentes de cães [tese]. Bauru (SP): Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Odontologia de Bauru; 1995.

Souza Filho FJ, Valdrighi L, Bernardinelli, N. Influência do nível da obturação e do alargamento do forame apical no processo de reparo tecidual. *Rev APCD*. 1996;50(2):175-7.

Souza-Filho FJ, Soares AJ, Lima TFR. Avaliação morfológica do forame apical após o preparo endodôntico com dois sistemas rotatórios. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2012 Nov;66(4):272-6.

Souza RA. Clinical and radiographic evaluation of the relation between the apical limit of root canal filling and success in Endodontics. Part 1. *Braz Endod J*. 1998 May;(3):43-8.

Souza RA. Limpeza do forame – uma análise crítica. *J Bras Endo/Perio*. 2000; 1(2):72-8.

Souza RA. The importance of apical patency and cleaning of the apical foramen on root canal preparation. *Braz Dent J*. 2006 Oct;17(1):6-9. doi: 10.1590/S0103-64402006000100002.

Souza RA, Figueiredo JAP, Colombo S, Dantas JCP, Lago M, Pécora JD. Posição do forame apical e sua relação com o calibre do instrumento foraminal. *Dental Press Endod*. 2011;1(1):64-8.

Spratt DA, Pratten J, Wilson M, Gulabivala K. An in vitro evaluation of the antimicrobial efficacy of irritants on biofilms of root canal isolates. *Int Endod J*. 2001 Dec;34(4):300-7. doi: 10.1046/j.1365-2591.2001.00392.x.

Stein TJ, Corcoran JF. Anatomy of the root apex and its histologic changes with age. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1990 Feb;69(2):238-42. doi:10.1016/0030-4220(90)90334-o.

Stringheta CP, Bueno CES, Kato AS, Freire LG, Iglecias EF, Santos M, et al. Micro-computed tomographic evaluation of shaping ability of four instrumentation systems in curved root canals. *Int Endod J*. 2019. doi: 10.1111/iej.13084

Sundqvist G, Figdor D, Person S, Sjogren U. Microbiology analysis of teeth with endodontic treatment and the outcome of conservative retreatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1998 Jan;85(1):86–93. doi: 10.1016/S1079-2104(98)90404-8.

Tinaz AC, Alacam T, Uzun O, Maden M, Kayaoglu G. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J Endod*. 2005;31(7):533-5. doi:10.1097/01.don.0000152294.35507.35

Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endod*. 1988;14(7):346-51.

Weyne FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and apical foramen shape. *J Endod*. 1975 Aug;1(8):255-68. doi: 10.1016/S0099-2399(75)80037-9.

Wu MK, Barkis D, Roris A, Wesselink PR. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apication region? *Int Endod J*. 2002 Mar;(35):264-7.

Yadav SS, Shah N, Logani A, Roy TS, Sood S. Effect of “apical clearing” and “apical foramen widening” on apical ramifications and bacterial load in root canals: an *ex-vivo* stereomicroscopic study. Bull Tokyo Dental Coll. 2014 Jun;55(2):67-75.

APÊNDICE A – Análise estatística descritiva dos grupos experimentais

Tabela 9 - Estatística descritiva e comparação da área do forame antes e depois dos tratamentos do Grupo Controle 40.05 (CD-1) - Teste t-Student

Paired T for Controle-antes - Controle-depois				
	<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Mediana</i>
antes	12	81126	39958	11535
depois	12	82246	39847	11503
diferença	12	-1120	1429	413

P-Value = 0.149 > 0.05. Valores em pixels.
 Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 10 – Estatística descritiva e comparação da área do forame antes e depois dos tratamentos do Grupo 45.01(CD) - Teste t-Student

Paired T for G45.01(CD)-antes - G45.01(CD)-depois				
	<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Mediana</i>
antes	12	98469	52128	15048
depois	12	158709	82736	23884
diferença	12	-60240	63039	18198

P-Value = 0.007 < 0.05. Valores em pixels.
 Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 11 - Estatística descritiva e comparação da área do forame antes e depois dos tratamentos do Grupo 45.01(CD+1) - Teste t-Student

Paired T for G45.01(CD+1)-antes - G45.01(CD+1)-depois				
	<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Mediana</i>
antes	12	106363	47641	13753
depois	12	179308	68742	19844
diferença	12	-72945	43099	12442

P-Value = 0.001 < 0.05. Valores em pixels.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 12 - Estatística descritiva e comparação antes e depois dos tratamentos do Grupo 50.01(CD) - Teste t-Student (valores em pixels)

Paired T for G50.01(CD)-antes – G50.01(CD)-depois				
	<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Mediana</i>
antes	12	102861	21358	6166
depois	12	144420	90633	26163
diferença	12	-41559	92782	26784

P-Value = 0.020 < 0.05 a média do antes (102861) difere do depois (144420). Valores em pixels.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 13 - Estatísticas descritivas e comparação da área do forame antes e depois dos tratamentos do Grupo 50.01(CD+1) - Teste t-Student

Paired T for G50.01(CD+1)-antes – G50.01(CD+1)-depois				
	<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Mediana</i>
antes	12	83005	38646	11156
depois	12	255975	36054	10408
diferença	12	-172971	54300	15675

P-Value = 0.001 < 0.05. Valores em pixels.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 14 - Valores absolutos (pixels) da área mensurada do forame dos dentes do Grupo I antes e após a instrumentação

Grupo Controle - antes	Grupo Controle -depois	Diferença Grupo Controle
12875.6	12787.0	-88.58
19874.5	19819.7	-54.80
19050.4	20284.5	1234.07
21167.4	21009.4	-157.94
9504.4	9747.6	243.21

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 15 - Estatística descritiva do Coeficiente de Variação dos forames antes e depois do tratamento dos dentes do Grupo 45.01(CD) - Teste t-Student

Paired T for C.V. G45.01(CD) antes – G45.01(CD) depois				
	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Mediana</i>
antes	12	22,00	13,17	15,49
depois	12	19,17	10,57	14,31

P-Value = 0.151 > 0.05. Valores em %.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 16 - Estatística descritiva do coeficiente de variação dos forames antes e depois do tratamento dos dentes do Grupo 45.01(CD+1) - Teste t-Student

Paired T for C.V. G45.01(CD+1) antes – G45.01(CD+1) depois				
	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Mediana</i>
antes	12	16,72	3,31	18,07
depois	12	11,23	4,10	10,90

P-Value = 0.019 < 0.05. Valores em %.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 17 - Estatística descritiva do coeficiente de variação dos forames antes e depois do tratamento dos dentes do Grupo 50.01(CD) - Teste t-Student

Paired T for C.V. G50.01(CD) antes – G50.01(CD) depois				
	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Mediana</i>
antes	12	17,96	4,57	18,17
depois	12	15,83	4,46	14,67

P-Value = 0.934 > 0.05. Valores em %.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 18 - Estatística descritiva do coeficiente de variação dos forames antes e depois do tratamento dos dentes do Grupo 50.01(CD+1) - Teste t-Student

Paired T for C.V. G50.01(CD+1) antes – G50.01(CD+1) depois				
	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Mediana</i>
antes	12	16,85	3,27	17,71
depois	12	12,05	7,87	8,26

P-Value = 0,012 < 0.05. Valores em %

Fonte: Elaborada pelo autor.

ANEXO A —Comprovante de envio do projeto ao Comitê de Ética

UNESP - INSTITUTO DE
CIÊNCIA E TECNOLOGIA -
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS



COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE DA CAPACIDADE DE LIMPEZA FORAMINAL PÓS PREPARO BIOMECANICO COM SISTEMA EASY LOGIC E PATÊNCIA APICAL

Pesquisador: MIGUEL CHRISTIAN CASTILLO MARIN

Versão: 2

CAAE: 14941319.5.0000.0077

Instituição Proponente: Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos - UNESP

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 065730/2019

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

Informamos que o projeto ANÁLISE DA CAPACIDADE DE LIMPEZA FORAMINAL PÓS PREPARO BIOMECANICO COM SISTEMA EASY LOGIC E PATÊNCIA APICAL que tem como pesquisador responsável MIGUEL CHRISTIAN CASTILLO MARIN, foi recebido para análise ética no CEP UNESP - Instituto de Ciência e Tecnologia - Campus de São José dos Campos em 03/06/2019 às 14:37.

Endereço: Av.Engº Francisco José Longo 777

Bairro: Jardim São Dimas

CEP: 12.245-000

UF: SP

Município: SAO JOSE DOS CAMPOS

Telefone: (12)3947-9078

Fax: (12)3947-9010

E-mail: ceph.ict@unesp.br