

ANÁLISE MICROTOMOGRÁFICA DA INSTRUMENTAÇÃO DE CANAIS MESIAIS DE MOLARES INFERIORES UTILIZANDO TRÊS DIFERENTES SISTEMAS ROTATÓRIOS

Caio Cesar da Silva¹, Carlos Eduardo da Silveira Bueno²

¹Faculdade São Leopoldo Mandic, (caio_c_silva@hotmail.com)

²Faculdade São Leopoldo Mandic, (carlosesbueno@terra.com.br)

Resumo

Objetivo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o preparo de canais curvos mesiais de molares inferiores utilizando os sistemas rotatórios BioRace, ProDesign Logic e TruNatomy, por meio da microtomografia computadorizada (micro-CT), quanto à alteração geométrica dos canais. **Método:** Foram selecionados 48 molares inferiores permanentes, os quais foram submetidos inicialmente a um exame radiográfico para determinação da curvatura de suas raízes mesiais e, posteriormente, à micro-CT para análise de suas características morfológicas bidimensionais (área, perímetro, circularidade, diâmetro maior, diâmetro menor e fator de forma) e tridimensionais (volume do canal e da dentina antes da instrumentação, área de superfície e índice de modelo estrutural – SMI) dos canais radiculares. Os dentes foram distribuídos em 3 grupos experimentais (n=16), de acordo com o sistema de instrumentação usado: Grupo I – BioRace; Grupo II – ProDesign Logic; Grupo III – TruNatomy. Após a instrumentação dos canais mesiovestibular e mesiolingual, os dentes foram submetidos a uma segunda micro-CT para análise dos seguintes fatores: aumento volumétrico do canal; volume de dentina removida; área de superfície de paredes intocadas; SMI. **Resultados:** Os resultados observados foram analisados utilizando o teste estatístico de Wilcoxon e não evidenciaram, entre os grupos de sistemas rotatórios comparados, diferenças estatisticamente significantes. **Conclusões:** Dentro das limitações deste estudo, concluiu-se que os 3 sistemas rotatórios de NiTi estudados promoveram preparos endodônticos similares, e que a investigação de instrumentos que propiciem preparos endodônticos mais conservadores, faz-se de grande importância para o avanço da endodontia e para a literatura científica atual.

Palavras-chave: Micro-ct; Preparo conservador; Sistemas rotatórios.

Área Temática: Inovações e Tecnologias na Área Clínica e Cirúrgica.

Modalidade: Trabalho completo.

1 INTRODUÇÃO

O sucesso do tratamento endodôntico está condicionado à desinfecção do sistema de canais radiculares (SCR) por meio do preparo químico-mecânico (Paqué, Ganahl, Peters, 2009). Para obter êxito neste procedimento, a etapa de instrumentação do SCR exerce importantes funções, sendo destaque a manutenção da configuração original do canal (Razcha *et al.*, 2020).

A modelagem atual visa conjugar a manutenção da forma original do canal radicular com um maior conservadorismo da estrutura dentinária. A literatura relatou diversos estudos que mostraram que a instrumentação manual, rotatória contínua e/ou reciprocante deixam áreas intocadas, especialmente em canais curvos (Stringheta *et al.*, 2019).

Nas últimas décadas, a Endodontia tem passado por importantes avanços tecnológicos, resultando em um melhor prognóstico de tratamento (Drukteinis *et al.*, 2019). As pesquisas têm sido realizadas para avaliar as modificações das propriedades e dos desenhos dos instrumentos mecanizados, bem como da cinemática de ação, objetivando aumentar a efetividade dos instrumentos e propiciar um melhor preparo das paredes do canal radicular (Marques, 2019).

A introdução de limas rotatórias e reciprocantes com tratamento térmico é considerada uma das mudanças mais eficazes nos instrumentos de liga de níquel-titânio (NiTi) (Elnaghy, Elsaka e Mandorah, 2020). O tratamento térmico da liga permite melhorar a flexibilidade dos instrumentos e, conseqüentemente, diminuir a descentralização do preparo e o transporte apical (Pinto *et al.*, 2019). Além disso, estas limas podem favorecer o desempenho de uma técnica mais conservadora, com menor aumento de volume do canal e menor risco de iatrogenias (Kwak *et al.*, 2019).

Uma das formas de tratamento térmico existentes é a “Memória Controlada” (CM), que se caracteriza por tornar os instrumentos mais flexíveis e passíveis de pré-curvamento. Pode-se dizer que os instrumentos com tratamento térmico CM melhoram a manutenção da anatomia original do canal (Zhao *et al.*, 2013).

Um sistema que apresenta o tratamento térmico CM é o sistema rotatório Easy ProDesign Logic, cujos instrumentos são fabricados através de um processo específico de aquecimento e resfriamento, que resulta em limas de alta flexibilidade e elevada resistência à fadiga cíclica (Tanomaru-Filho *et al.*, 2018). As limas Easy ProDesign Logic podem proporcionar também um preparo do canal mais centralizado, de forma a reduzir significativamente o risco de iatrogenias. Este sistema é composto por instrumentos de ponta inativa – limas de glide path com uma secção transversal quadrangular, taper 0.01 e tips 25, 30, 35 e 40; limas de modelagem com uma secção transversal híbrida com dupla e tripla hélice, o que permite aumentar o poder de corte e o desempenho da instrumentação, tapers variando entre

0.03 e 0.06 e tips entre 15 e 40, selecionados de acordo com o diâmetro inicial do canal (De Menezes *et al.*, 2017).

Outro sistema relatado na literatura e utilizado na prática clínica é o BioRace, o qual consiste, na série básica, de 6 instrumentos rotatórios: BR0 (25.08), BR1 (15.05), BR2 (25.04), BR3 (25.06), BR4 (35.04) e BR5 (40.04). Estes instrumentos são fabricados a partir de um tratamento de superfície de eletropolimento austenítico NiTi convencional, possuem ponta inativa e secção transversal triangular com arestas de corte alternadas. Os tips e os tapers variados desta sequência de instrumentos favorecem a redução da área de contato de cada instrumento com as paredes do canal, minimizando o seu estresse torcional e permitindo alcançar com segurança o comprimento de trabalho (Limoeiro *et al.*, 2016; Drukteinis *et al.*, 2019).

O sistema TruNatomy, recém-lançado, consiste em limas que visam um preparo endodôntico com maior preservação de dentina peri-cervical, dada a geometria diferenciada do instrumento e o tratamento térmico associado (Elnaghy, Elsaka e Mandorah, 2020). Os instrumentos TruNatomy apresentam flexibilidade e conicidade regressiva, o que confere maior fidelidade à anatomia do canal. O sistema é composto por uma sequência de 5 instrumentos, sendo um para o preparo cervical (Orifice Modifier 20.08), um para o glide path (Glider 17.02v) e três para a modelagem do canal radicular: Small (20.04v), Prime (26.04v) e Medium (36.03v). As limas de modelagem apresentam secção transversal em paralelogramo descentralizado, o que oferece maior eficiência de corte, promove melhor remoção de debris e aumenta a resistência à fadiga cíclica (Riyahi *et al.*, 2020). As limas Orifice Modifier e Glider, por sua vez, apresentam secções transversais em forma de triângulo modificado e paralelogramo centralizado, respectivamente (Van der Vyver, Vorster e Peters, 2019).

Diversas metodologias são utilizadas para analisar qualitativamente e quantitativamente o preparo endodôntico. Dentre elas, destacam-se os métodos radiográficos e os estudos de microscopia ótica e de varredura. No entanto, a maioria dessas metodologias tem como principal desafio estabelecer análises comparativas (Marques, 2019). A microtomografia computadorizada (micro-CT), por sua vez, por se tratar de uma tecnologia não invasiva e capaz de proporcionar imagens de alta resolução, se tornou padrão ouro para analisar o preparo radicular e suas alterações geométricas antes e após o preparo endodôntico (Versiani *et al.*, 2013; Limoeiro *et al.*, 2016).

Assim sendo, a investigação de instrumentos que propiciem preparos endodônticos mais conservadores e a análise destes preparos, faz-se de grande importância para o avanço da endodontia e para a literatura científica atual.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Centro de Pós-Graduação/Faculdade São Leopoldo Mandic sob o parecer de número 3.779.427.

2.1 SELEÇÃO E PROCEDIMENTOS PARA O PREPARO DAS AMOSTRAS

Foram selecionados 48 molares inferiores permanentes de pacientes adultos, doados por pacientes atendidos em clínica particular mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os dentes extraídos não deveriam estar em função mastigatória, deveriam apresentar lesão de cárie, sem possibilidade de restauração/reabilitação e se encontrar mal posicionados. Após a extração, os mesmos foram mantidos em timol 0,1%, por um período máximo de 3 meses (Limoeiro *et al.*, 2016; Stringheta *et al.*, 2019).

O número amostral foi baseado nos trabalhos de Limoeiro *et al.* (2016), Poly *et al.* (2019) e Razcha *et al.* (2020). O cálculo amostral foi obtido através do teste estatístico de ANOVA, com tamanho de efeito de 0.47, inserido junto com um erro do tipo alfa de 0.05 e um beta de potência de 80% (G*Power 3.1.9.3 para Macintosh; Heinrich Heine, Universität Dusseldorf, Dusseldorf, Alemanha). Os resultados demonstraram a necessidade de um mínimo de 16 espécimes por grupo.

Os critérios de inclusão das amostras envolveram completa formação da raiz, ausência de tratamento endodôntico prévio, ausência de reabsorção radicular patológica externa e/ou interna, ausência de trincas e/ou fraturas radiculares, comprimento da raiz igual ou maior que 16 mm, canais mesiovestibulares (MV) e mesiolinguais (ML) com forames independentes, canais curvos com angulação da raiz entre 20° e 30° (Schneider, 1971) e diâmetro inicial do forame correspondente a uma lima Kerr 10. Foram excluídos das amostras dentes com canais obstruídos/calcificados e dentes com perfuração radicular (Cord *et al.*, 2014).

Para a seleção dos molares inferiores permanentes, foram realizadas radiografias periapicais na direção vestibulolingual (VL) e o grau de curvatura da raiz mesial foi, então, determinado (Schneider, 1971).

2.1.1 PREPARO DAS AMOSTRAS

As coroas dos dentes permanentes foram seccionadas com disco diamantado dupla face (KG Sorensen Indústria e Comércio LTDA, São Paulo, Brasil) acoplado a um mandril em micromotor (Kavo do Brasil, Joinville, Brasil) e as raízes mesiais foram padronizadas no comprimento de 16 mm com o auxílio de um paquímetro digital (Starrett, Itú, Brasil). O comprimento real de trabalho foi determinado 1 mm aquém do forame apical através do método

visual. Para o procedimento, uma lima manual do tipo Kerr 10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi inserida no canal radicular até a sua visualização no forame apical com o auxílio de um microscópio operatório em 8x de magnificação (DF Vasconcelos, São Paulo, Brasil).

2.1.2 AQUISIÇÃO DAS IMAGENS DE MICRO-CT PRÉ-INSTRUMENTAÇÃO

O escaneamento inicial de todos os espécimes foi realizado individualmente com o equipamento de micro-CT SkyScan/Bruker High Energy 1173 (Bruker, Kontich, Bélgica), para análise das características morfológicas bidimensionais (área, perímetro, circularidade, diâmetro maior, diâmetro menor e fator de forma) e tridimensionais (volume do canal e da dentina antes da instrumentação, área de superfície e índice de modelo estrutural – SMI) dos canais radiculares (Versiani *et al.*, 2013).

Os parâmetros utilizados foram: tensão 70 kV, corrente 114 μ A, matriz 1120 x 1120, filtro 1,0 mm de alumínio e resolução de 15 μ m. Uma rotação de 360° foi realizada com intervalo de 0,5° por imagem (Limoeiro *et al.*, 2016). Após a aquisição das imagens em micro-CT dos cortes transversais e axiais da estrutura interna dos canais radiculares, estas foram reconstruídas com o software NRecon V.1.7.0.4 (Bruker micro-CT) e interpoladas para serem analisadas e reconstruídas em 2D e 3D no programa CTAn V.1.16.4.1 (Bruker micro-CT), o qual também forneceu as análises qualitativas e quantitativas dos modelos reconstruídos. O programa CTVox V.3.2.0.0. (Bruker micro-CT) foi utilizado para a visualização das imagens adquiridas após a sua reconstrução inicial no programa NRecon V.1.7.0.4 (Bruker micro-CT).

2.1.3 INSTRUMENTAÇÃO DAS AMOSTRAS

Antes do preparo endodôntico, as raízes foram revestidas com material de moldagem (silicona de adição) (Express XT; 3M, Minnesota, EUA) e incluídas em resina acrílica (Clássico-JET, São Paulo, Brasil) para simular o ligamento periodontal e o osso (Stringheta *et al.*, 2019). Todos os dentes foram explorados inicialmente para obter um glide path com uma lima Kerr 15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) até o comprimento de trabalho (Razcha *et al.*, 2020). Na sequência, os espécimes foram distribuídos em 3 grupos (n=16), baseando-se nos dados da micro-CT inicial. A relativa uniformidade referente às características anatômicas dos espécimes (volume de dentina, volume do canal e SMI) foram confirmados pelo teste de Kruskal-Wallis (p>0.05). Os canais mesiovestibular e mesiolingual foram instrumentados pelo mesmo operador, de acordo com a divisão dos grupos formados:

Grupo I – BioRace: Inicialmente foi utilizado o instrumento ampliador de orifício 25.08 (BR0), seguido dos instrumentos 15.05 (BR1) e 25.04 (BR2). Foram realizados de 3 a 4

movimentos de entrada e saída a cada utilização do instrumento até que fosse alcançado o comprimento de trabalho. O torque utilizado foi de 1,5 Ncm e a velocidade de 600 rpm em movimento de rotação contínua.

Grupo II – ProDesign Logic: Inicialmente foi utilizado o instrumento 25.01, seguido dos instrumentos 15.03 e 25.04. Foram realizados de 3 a 4 movimentos de entrada e saída a cada utilização do instrumento até que fosse alcançado o comprimento de trabalho. Para a lima de glide path (25.01), o torque utilizado foi de 1 Ncm e a velocidade de 350 rpm em movimento de rotação contínua. Já para as limas 15.03 e 25.04, o torque foi de 2 Ncm e a velocidade de 950 rpm em movimento de rotação contínua.

Grupo III – TruNatomy: Inicialmente foi utilizado o instrumento Orifice Modifier 20.08, seguido dos instrumentos 17.02v (Glider), 20.04v (Small) e 26.04v (Prime). Foram realizados de 3 a 4 movimentos de entrada e saída a cada utilização do instrumento até que fosse alcançado o comprimento de trabalho. O torque utilizado foi de 1,5 Ncm e a velocidade de 500 rpm em movimento de rotação contínua.

A instrumentação foi realizada com o motor elétrico X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) para todos os sistemas de acordo com as recomendações dos fabricantes. A cada troca de instrumento, foi utilizada uma lima tipo Kerr 10 para fazer a patência foraminal e o canal foi irrigado com hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl), com uma seringa hipodérmica descartável e agulha de 30G. Após o preparo químico-mecânico, os canais foram irrigados com 5 mL de EDTA 17% por 1 min., seguido de irrigação final com 5 mL de NaOCl 2,5%, totalizando 30 mL de solução por canal. Foi realizada, então, aspiração final com capillary tip e secagem com cones de papel absorventes (Stringheta *et al.*, 2017).

Após a instrumentação dos canais mesiovestibular e mesiolingual, os dentes foram submetidos a uma segunda micro-CT e os dados do pré e do pós-operatório foram examinados quanto aos seguintes fatores: aumento volumétrico do canal; volume de dentina removida; área de superfície de paredes intocadas; índice de modelo estrutural (SMI).

2.1.4 AQUISIÇÃO DAS IMAGENS DE MICRO-CT PÓS-INSTRUMENTAÇÃO

As amostras foram removidas da resina acrílica e foi feito um segundo escaneamento de micro-CT, seguindo o mesmo protocolo e a mesma leitura das medidas adotados na pré-instrumentação. O grupo controle foi as imagens iniciais dos próprios dentes.

Para os três grupos experimentais, as reconstruções das imagens foram feitas da região de furca até o ápice anatômico. O programa Data Viewer (Bruker micro-CT) permite a sobreposição das imagens pré e pós-preparo, através da função 3D registration. Assim, foi

possível obter um registro de dados das imagens pré (referência) e pós (target) e, estas, foram armazenadas. Após o registro das imagens, foi utilizado o programa CTAn V.1.16.1 (Bruker micro-CT) para calcular os parâmetros quantitativos e construir as imagens 3D sobrepostas.

A raiz mesial foi selecionada – região de interesse (ROI), objetivo de análise deste trabalho. A integração das regiões de interesse em todos os cortes selecionados determinou o volume de interesse (VOI) de cada espécime. Em seguida, foi realizada a binarização das imagens, ou seja, a conversão da imagem com níveis de cinza para uma imagem com dois tons (preto/branco), a fim de permitir a identificação de objetos, separando-os do fundo da imagem.

Posteriormente, foi utilizada a ferramenta custom processing com o intuito de processar de maneira personalizada as imagens do canal radicular, da dentina e da superfície não tocada, o que resultou na análise volumétrica do canal em sua totalidade e por terços. Foram identificadas, então, as áreas não tocadas dos canais radiculares.

A mudança do volume do canal radicular foi calculada subtraindo os valores dos canais preparados daqueles não preparados. Para calcular a remoção de dentina foi utilizado, no CTAn, o conjunto binarizado de dados do canal radicular do pré (referência) e do pós (target). Posteriormente, foi feita a subtração binária das imagens.

A área de superfícies não tratadas, por sua vez, foi avaliada por terços e a soma desses valores resultou na superfície total não tratada. O cálculo das superfícies não preparadas do canal radicular foi efetuado pela subtração do número total de voxels da superfície pelo número de voxels estáticos da superfície preparada.

A análise quantitativa fornecida pelo CTAn foi feita através da análise 3D do volume do canal radicular. A avaliação foi realizada pela sobreposição dos modelos tridimensionais dos canais gerados por esta análise 3D do programa CTAn, e abertos no programa CTVox. A sobreposição dos modelos permitiu constatar as superfícies tocadas pelos instrumentos após o preparo do canal radicular. O modelo dos canais pré-preparo (Fase I) foi colorido de verde e os modelos dos canais pós-preparo (Fase II), de vermelho (Figura 1).

Figura 1. Avaliação da capacidade de instrumentação através de micro-CT de cada espécime.



Figura 1: Reconstrução tridimensional do escaneamento de micro-CT de cada espécime dos grupos BioRace, ProDesign Logic e TruNatomy. Observe o canal radicular pré-preparo (verde) e a sobreposição do pós-preparo (vermelho).

A configuração da secção transversal, redonda ou ovalada, foi expressa como índice de modelo estrutural (SMI) (Paqué, Ganahl e Peters, 2009; Limoeiro *et al.*, 2016). O SMI, na Endodontia, visa determinar quantitativamente a geometria tridimensional do canal radicular (Zuolo *et al.*, 2018). Esta variável compara o volume e a área da superfície de uma estrutura antes e após desta sofrer qualquer infinitésima alteração/dilatação.

3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos ao teste de *Wilcoxon Mann-Withney U Test* para comparação entre 02 grupos, pois se trata de um teste não-paramétrico onde não se assume nenhuma pressuposição de normalidade dos dados (teste baseado na soma dos ranks das variáveis). O nível de significância assumido para decidir sobre todos os testes estatísticos realizados foi de 5%. Em todos os testes, a hipótese testada foi de que não existe diferença estatisticamente significativa entre os grupos comparados.

4 RESULTADOS

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos comparados em relação aos fatores analisados: aumento volumétrico do canal, volume de dentina removida, área de superfície de paredes intocadas e SMI ($p > 0.05$) (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados dos testes de hipótese.

Teste não-paramétrico Wilcoxon Mann-Withney U para amostras independentes							
Comparação	Z valor	P-valor	Conclusão				
Área Superficial Canal				SMI			
BioRace vs Hyflex	-0.1917	0.8460	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	BioRace vs Hyflex	+0.3194	0.7494	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
BioRace vs Logic	-0.8101	0.4179	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	BioRace vs Logic	+0.6944	0.4875	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
BioRace vs Logic 2	-0.9258	0.3545	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	BioRace vs Logic 2	+1.2162	0.2239	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
BioRace vs TruNatomy	-0.5786	0.5628	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	BioRace vs TruNatomy	+0.6944	0.4875	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
Hyflex vs Logic	-0.5786	0.5628	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	Hyflex vs Logic	-0.1737	0.8621	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
Hyflex vs Logic 2	-0.5786	0.5628	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	Hyflex vs Logic 2	+0.5786	0.5628	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
Hyflex vs TruNatomy	-0.4629	0.6434	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	Hyflex vs TruNatomy	-0.4629	0.6434	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
Logic vs Logic 2	-0.4201	0.6744	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	Logic vs Logic 2	+0.9452	0.3446	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
Logic vs TruNatomy	+0.2100	0.8336	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	Logic vs TruNatomy	+0.2627	0.7927	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
Logic 2 vs TruNatomy	+0.2100	0.8336	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	Logic 2 vs TruNatomy	-1.5753	0.1152	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
Volume Canal				Volume Dentina			
BioRace vs Hyflex	+1.2139	0.2248	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	BioRace vs Hyflex	-1.5972	0.1102	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
BioRace vs Logic	+0.5786	0.5628	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	BioRace vs Logic	-1.0415	0.2976	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
BioRace vs Logic 2	+0.2315	0.8170	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	BioRace vs Logic 2	+0.5786	0.5628	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
BioRace vs TruNatomy	+0.1157	0.9079	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	BioRace vs TruNatomy	0.0000	1.0000	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
Hyflex vs Logic	-0.2315	0.8170	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	Hyflex vs Logic	+0.4629	0.6434	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
Hyflex vs Logic 2	-1.1573	0.2472	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	Hyflex vs Logic 2	+1.6202	0.1052	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
Hyflex vs TruNatomy	-0.9258	0.3545	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	Hyflex vs TruNatomy	+0.3472	0.7285	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
Logic vs Logic 2	-0.5251	0.5995	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	Logic vs Logic 2	+1.4703	0.1415	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
Logic vs TruNatomy	-0.8402	0.4008	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	Logic vs TruNatomy	+0.7351	0.4622	Não rejeita H_0 [p-valor > α]
Logic 2 vs TruNatomy	+0.4201	0.6744	Não rejeita H_0 [p-valor > α]	Logic 2 vs TruNatomy	-0.1050	0.9164	Não rejeita H_0 [p-valor > α]

H_0 : não há diferença entre os grupos.

Tabela 1: Teste de *Wilcoxon Mann-Withney U Test* para comparação entre 02 grupos para cada fator analisado: área de superfície de paredes intocadas, SMI, aumento volumétrico do canal e volume de dentina removida. Nível de significância de 5% ($p < 0.05$).

5 DISCUSSÃO

A realização do tratamento endodôntico sem que erros processuais aconteçam sempre foi um grande desafio na Endodontia, principalmente em canais curvos devido a sua anatomia mais complexa. Ao longo dos anos, vários instrumentos rotatórios têm sido desenvolvidos com liga de níquel-titânio (NiTi), tratamentos térmicos e designs modificados para minimizar estas possíveis falhas, como: degraus, aumento excessivo do volume do canal, áreas/paredes intocadas, transporte apical, entre outros. A seleção de um instrumento apropriado para o preparo do canal radicular é fundamental para o sucesso do tratamento endodôntico. Diversos estudos evidenciaram que a manutenção da forma original do canal e a ausência de alterações estão associadas à preservação da estrutura dentária (Moore, Fitz-Walter e Parashos, 2009).

A literatura destaca, ainda, trabalhos que utilizaram imagens de micro-CT para observar os efeitos do preparo do canal radicular (Moore, Fitz-Walter e Parashos, 2009; Zhao *et al.*, 2014) devido à sua capacidade não destrutiva de avaliar parâmetros qualitativos e quantitativos em 3 dimensões (Zhao *et al.*, 2013).

O presente estudo comparou a capacidade de instrumentação de 3 sistemas rotatórios de NiTi: BioRace, ProDesign Logic e TruNatomy em canais curvos de molares inferiores. Os instrumentos do sistema TruNatomy removeram quantidades equivalentes de dentina em comparação com outros sistemas, com um afilamento apical de 0,08 ((Elnaghy, Elsaka e Mandorah, 2020). Isso pode ser devido ao design de secção transversal em paralelogramo descentralizado, o que oferece maior eficiência de corte e promove melhor remoção de debris e resistência à fadiga cíclica (Riyahi *et al.*, 2020).

Os parâmetros analisados neste estudo são representativos da qualidade da limpeza e preparo do canal radicular (Limoeiro *et al.*, 2016). As áreas de superfície de paredes intocadas e o volume de dentina removida, avaliadas por micro-CT, refletem a capacidade de modelagem dos sistemas de instrumentação (Alves *et al.*, 2011; Dietrich, Kirkpatrick e Yaccino, 2012). Biofilmes bacterianos podem permanecer nessas áreas despreparadas/intocadas e, assim, comprometer o resultado do tratamento (Alves *et al.*, 2011; Dietrich, Kirkpatrick e Yaccino, 2012). No estudo em questão, não houve diferenças significativas entre os sistemas de instrumentação rotatória quanto aos valores obtidos neste parâmetro de avaliação, ratificando os resultados encontrados por Venino *et al.* (2017), que analisou os sistemas ProTaper Next e

Hyflex EDM e não encontrou nenhuma diferença entre eles. Nenhum dos sistemas testados foi capaz de tocar completamente as paredes do canal radicular, apesar do uso de instrumentos com diferentes designs e tratamentos térmicos. Esses resultados são equivalentes aos evidenciados por Versiani *et al.* (2013) e Zuolo *et al.* (2018).

Guimarães *et al.* (2017) compararam sistemas rotatórios e reciprocantes e descobriram que todos os sistemas aumentaram substancialmente o volume e a área do canal radicular e que não houve diferença significativa entre eles, corroborando com os resultados deste trabalho. Os dentes instrumentados pelos sistemas BioRace, ProDesign Logic e TruNatomy apresentaram resultados semelhantes de variação do SMI. No que se refere ao impacto do SMI, pode-se supor que, dependendo da morfologia radicular, valores aumentados seriam desejáveis do ponto de vista clínico, visto que isso possibilitaria maior quantidade de espaço livre para agitação dos irrigantes, além de facilitar o preenchimento da raiz. Por outro lado, no caso de raízes mais finas e canais radiculares mais planos, um aumento no SMI pode levar à fragilidade radicular (Stringheta *et al.*, 2019).

Com base nos resultados obtidos, todos os sistemas podem ser usados para o tratamento de canais radiculares curvos e produzir uma instrumentação conservadora das paredes dentinárias, um resultado altamente desejável na endodontia clínica atual.

6 CONCLUSÃO

Concluindo, dentro dos parâmetros do presente estudo, a instrumentação de raízes mesiais curvas utilizando os sistemas rotatórios BioRace, ProDesign Logic e TruNatomy, resultou em um preparo endodôntico mais conservador.

REFERÊNCIAS

Alves, F. R. *et al.* Disinfecting oval-shaped root canals: effectiveness of different supplementary approaches. **J Endod**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 4, p. 496-501, Apr. 2011.

Cord, C. B. *et al.* Effective analysis of the use of peracetic acid after instrumentation of root canals contaminated with *Enterococcus faecalis*. **J Endod**, Campinas, v. 40, n. 8, p. 1145-1148, Aug. 2014.

De Menezes, S. E. A. C. *et al.* Cyclic fatigue resistance of WaveOne Gold, ProDesign R and ProDesign Logic files in curved canals in vitro. **Iran Endod J**, Camaragibe, v. 12, n. 4, p. 468-473, Oct. 2017.

Dietrich, M. A.; Kirkpatrick, T. C.; Yaccino, J. M. In vitro canal and isthmus debris removal of the Self-Adjusting File, K3, and WaveOne files in the mesial root of human mandibular molars. **J Endod**, Texas, v. 38, n. 8, p. 1140-1144, Aug. 2012.

Drukteinis, S. *et al.* Shaping ability of BioRace, ProTaper Next and Genius nickel-titanium instruments in curved canals of mandibular molars: a microCT study. **Int Endod J**, Vilnius, v. 52, n. 1, p. 86-93, Jan. 2019.

Elnaghy, A. M.; Elsaka, S. E.; Mandorah, A. O. In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of TruNatomy in single and double curvature canals compared with different nickel-titanium rotary instruments. **BMC Oral Health**, Mansoura, v. 20, n. 1, p. 38, Feb. 2020.

Guimarães, L. S. *et al.* Preparation of oval- shaped canals with TRUShape and Reciproc systems: a micro-computed tomography study using contralateral premolars. **J Endod**, Nova Friburgo, v. 43, n. 6, p. 1018–1022, June. 2017.

Kwak, S. W. *et al.* Comparison of screw-in forces during movement of endodontic files with different geometries, alloys, and kinetics. **Materials**, Daegu, v. 12, n. 9, p. 1506, May. 2019.

Limoeiro, A. G. S. *et al.* Micro-computed tomographic evaluation of 2 nickel-titanium instrument systems in shaping root canals. **J Endod**, Campinas, v. 42, n. 3, p. 496-499, Mar. 2016.

Marques, J. L. C. Avaliação dos preparos de canais radiculares com secção transversal oval longa realizados pelos sistemas XP-endo shaper e Mtwo utilizando a microtomografia computadorizada. 2019. 95 p. Dissertação (Mestrado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Moore, J.; Fitz-Walter, P.; Parashos, P. A micro-computed tomography evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. **Int Endod J**, Melbourne, v. 42, n. 12, p. 1057–1064, Dec. 2009.

Paqué, F.; Ganahl, D.; Peters, O. A. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. **J Endod**, Zurich, v. 35, n. 7, p. 1056-1059, July. 2009.

Pinto, J. C. *et al.* Micro-CT evaluation of apical enlargement of molar root canals using rotary or reciprocating heat-treated NiTi instruments. **J Appl Oral Sci**, Araraquara, v. 27, e20180689, Aug. 2019. DOI 10.1590/1678-7757-2018-0689. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2018-0689>. Acesso em: 28 jun. 2021.

Poly, A. *et al.* Canal transportation and centering ratio after preparation in severely curved canals: analysis by micro-computed tomography and double-digital radiography. **Clin Oral Investig**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 12, p. 4255-4262, Dec. 2019.

Razcha, C. *et al.* Micro-computed tomographic evaluation of canal transportation and centering ability of 4 heat-treated nickel-titanium systems. **J Endod**, Tossalônica, v. 46, n. 5, p. 675-681, May. 2020.

Riyahi, A. M. *et al.* Cyclic fatigue comparison of TruNatomy, Twisted File, and ProTaper Next rotary systems. **Int J Dent**, Riad, v. 2020, Article ID 3190938, Feb. 2020. DOI 10.1155/2020/3190938. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2020/3190938>. Acesso em: 28 jun. 2021.

Schneider, S. W. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Austin, v. 32, n. 2, p. 271-275, Aug. 1971.

Stringheta, C. P. *et al.* Micro-computed tomographic evaluation of the shaping ability of four instrumentation systems in curved root canals. **Int Endod J**, Campinas, v. 52, n. 6, p. 908-916, June. 2019.

Stringheta, C. P. *et al.* Micro-computed tomography versus the cross-sectioning method to evaluate dentin defects induced by different mechanized instrumentation techniques. **J Endod**, Campinas, v. 43, n. 12, p. 2102-2107, Dec. 2017.

Tanomaru-Filho, M. *et al.* Cyclic fatigue resistance of heat-treated nickel-titanium instruments. **Iran Endod J**, Araraquara, v. 13, n. 3, p. 312-317, July. 2018.

Van der Vyver, P. J.; Vorster, M.; Peters, O. A. Minimally invasive endodontics using a new single-file rotary system. **Int Dent**, Pretória, v. 9, n. 4, p. 6-20, Nov. 2019.

Venino, P. M. *et al.* A micro-computed tomography evaluation of the shaping ability of two nickel-titanium instruments, HyFlex EDM and ProTaper Next. **J Endod**, Monza, v. 43, n. 4, p. 628-632, Apr. 2017.

Versiani, M. A. *et al.* Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the Self-Adjusting File, Reciproc, WaveOne, and Pro-Taper Universal systems. **J Endod**, Ribeirão Preto, v. 39, n. 8, p. 1060-1066, Aug. 2013.

Zhao, D. *et al.* Micro-computed tomography evaluation of the preparation of mesiobuccal root canals in maxillary first molars with Hyflex CM, Twisted Files, and K3 instruments. **J Endod**, Wuhan, v. 39, n. 3, p. 385-388, Mar. 2013.

Zhao, D. *et al.* Root canal preparation of mandibular molars with 3 nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomographic study. **J Endod**, Wuhan, v. 40, n. 11, p. 1860-1864, Nov. 2014.

Zuolo, M. L. *et al.* Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. **Int Endod J**, Piracicaba, v. 51, n. 5, p. 564-571, May. 2018.