



UFG

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

IUSSIF MAMEDE NETO

**Análise multidimensional do preparo de canais
radiculares curvos com instrumentos de níquel-titânio
em rotação contínua e recíprocante**

**Goiânia
2016**

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS
TESES E
DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfica [] Dissertação [X] Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

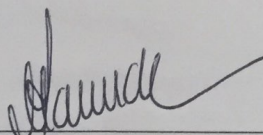
Nome completo do autor: Iussif Mamede Neto

Título do trabalho: **Análise multidimensional do preparo de canais radiculares curvos com instrumentos de níquel-titânio em rotação contínua e recíprocante**

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [] NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.



Assinatura do autor

Data: 18 / 11 / 2016

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

IUSSIF MAMEDE NETO

**Análise multidimensional do preparo de canais
radiculares curvos com instrumentos de níquel-titânio
em rotação contínua e recíproca**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Goiás para obtenção do Título de Doutor em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Estrela

Co-orientador: Prof. Dr. Álvaro Henrique Borges

**Goiânia
2016**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Mamede Neto, Iussif

Análise multidimensional do preparo de canais radiculares curvos com instrumentos de níquel-titânio em rotação contínua e recíproca [manuscrito] / Iussif Mamede Neto. - 2016.

cix, 109 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Estrela; co-orientador Dr. Álvaro Henrique Borges.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Medicina (FM), Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Goiânia, 2016.

Bibliografia. Anexos.

Inclui siglas, fotografias, abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Endodontia. 2. Preparo do Canal Radicular. 3. Tomografia Computadorizada de feixe Cônico. I. Estrela, Carlos, orient. II. Título.

CDU 616.314

Ata da Defesa de Tese de Doutorado realizada por **Iussif Mamede Neto**. Aos dezoito dias do mês de novembro do ano de 2016, às 08:00 horas, reuniu-se na Faculdade de Odontologia/UFG a Comissão Julgadora infra nomeada para proceder ao julgamento da defesa de Tese intitulada: **“ANÁLISE MULTIDIMENSIONAL DO PREPARO DE CANAIS RADICULARES CURVOS COM INSTRUMENTOS DE NÍQUEL-TITÂNIO EM ROTAÇÃO CONTÍNUA E RECÍPROCANTE”**, como parte de requisitos necessários à obtenção do título de Doutor, área de concentração **Dinâmica do Processo Saúde-Doença** o Presidente da Comissão julgadora, **Prof. Dr. Carlos Estrela**, iniciando os trabalhos concedeu a palavra ao candidato, para exposição em até 50 minutos do seu trabalho. A seguir, o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos Examinadores, os quais passaram a arguir ao candidato durante o prazo máximo de 30 minutos, assegurando-se o mesmo igual prazo para responder aos Senhores Examinadores. Ultimada a arguição que se desenvolveu nos termos regimentais, a Comissão, em sessão secreta, expressou seu Julgamento, considerando o candidato aprovado ou reprovado.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Carlos Estrela - Presidente
Profª. Drª. Ana Helena Gonçalves de Alencar – Membro
Prof. Dr. Daniel de Almeida Decurcio – Membro
Prof. Dr. Álvaro Henrique Borges – Membro
Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora – Membro
Prof. Dr. Júlio Almeida Silva – Suplente
Prof. Dr. Sicknan Soares da Rocha – Suplente

Aprovado(a)/Reprovado(a)

Aprovado
Aprovado
Aprovado
Aprovado
Aprovado
Aprovado
Aprovado

Em face do resultado obtido, a Comissão Julgadora considerou o candidato **Iussif Mamede Neto** Habilitado () Não habilitado (). Nada mais havendo a tratar, eu, **Prof. Dr. Carlos Estrela**, lavrei a presente ata que, após lida e achada conforme foi por todos assinada.

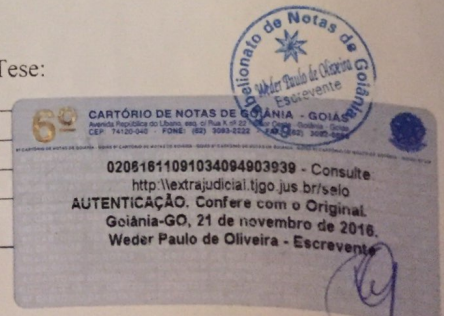
Assinatura

Prof. Dr. Carlos Estrela - Presidente
Profª. Drª. Ana Helena Gonçalves de Alencar – Membro
Prof. Dr. Daniel de Almeida Decurcio – Membro
Prof. Dr. Álvaro Henrique Borges – Membro
Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora – Membro
Prof. Dr. Júlio Almeida Silva – Suplente
Prof. Dr. Sicknan Soares da Rocha – Suplente

[Assinatura]
[Assinatura]
[Assinatura]
[Assinatura]
[Assinatura]
[Assinatura]
[Assinatura]

A banca examinadora aprovou a seguinte alteração no título da Tese:

[Assinatura]
Iussif Mamede Neto



**Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
da Universidade Federal de Goiás**

BANCA EXAMINADORA DA TESE DE DOUTORADO

Aluno: Iussif Mamede Neto

Orientador: Prof. Dr. Carlos Estrela

Co-Orientador: Prof. Dr. Álvaro Henrique Borges

Membros:

1. Prof. Dr. Carlos Estrela (Presidente da banca)

2. Prof^a. Dra. Ana Helena Gonçalves de Alencar

3. Prof. Dr. Daniel de Almeida Decurcio

4. Prof. Dr. Álvaro Henrique Borges

5. Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora

Suplentes:

6. Prof. Dr. Júlio Almeida Silva

7. Prof. Dr. Sicknan Soares da Rocha

Data: 18/11/2016

Senhor, eu sei que tu me sondas,
Senhor, eu sei que tu me amas.
Senhor, eu sei que tu me sondas,
Sei também que me conheces,
Se me assento ou me levanto,
Conheces meus pensamentos.

Senhor, eu sei que tu me sondas,
Senhor, eu sei que tu me amas.
Quer deitado ou quer andando,
Sabes todos meus passos,
E antes que haja em mim palavras,
Sei que em tudo me conheces.

SALMO 138(139)

O que eu tenho de bom é pra dar aos meus irmãos!

*Meu sorriso não é só meu, foi Deus quem me deu
este sorriso que não é só meu!*

O que eu tenho de bom é pra dar aos meus irmãos!

*Meu brinquedo não é só meu, foi Deus quem me deu
este brinquedo que não é só meu!*

O que eu tenho de bom é pra dar aos meus irmãos!

*Meu alimento não é só meu, foi Deus quem me deu
este alimento que não é só meu!*

O que eu tenho de bom é pra dar aos meus irmãos!

*Meu dinheiro não é só meu, foi Deus quem me deu
este dinheiro que não é só meu!*

*Canto de Preparação das Oferendas
(41° Curso: 08.11, p. 20, faixa 10, p. 47)*

Dedico este trabalho...

*A **Jesus Cristo**, nosso Pai, nosso alicerce e fonte de inspiração e exemplo. Sempre presente na nossa caminhada, proporcionando saúde, inteligência, sabedoria, vontade, perseverança e prosperidade. O Seu amor é maravilhoso, é admirável, o Senhor transborda esse nobre sentimento, contagia nossos corações e caminha conosco. Sinto-me feliz e honrado em partilhar o meu coração, a minha alma com o maior amor da minha vida: Nosso Senhor Jesus Cristo!!! Obrigado, sinceramente muito obrigado Pai!!!*

*A minha esposa **Andréa**, amiga, companheira, confidente, exemplo de mulher, filha, “mãe”...impossível expressar aqui, em poucas palavras, o que sinto. Te admiro, respeito...você é minha mulher, meu amor, e eu simplesmente te amo!!!*

*Aos meus pais, **Iussif e Luzia**, obrigado pelo amor dedicado, educação proporcionada e principalmente pelos belos exemplos de pessoas honestas, humildes, humanas, honrosas e de caráter ilibado. Dedico este fruto a vocês!*

*Ao meu “irmão” **Zé Abraão**, sempre aqui, ao nosso lado. Nunca ausente, nem por alguns instantes...sua presença é sentida diariamente, apesar das nossas distâncias físicas, coisa Divina!!! Zé, você é sinônimo de: compaixão, amor, carinho, verdade, honestidade, desprendimento, trabalho, gratidão, lealdade, justiça, caridade, companheirismo, amizade. Quanto privilégio conviver contigo, aprendo todos os dias!!! Tens a capacidade de nos transformar em pessoas melhores, mais humanas. Agradeço a Deus por estar em nossas vidas. Muito Obrigado!!!*

*Ao maior exemplo de homem que conheci nesta vida: meu avô **Iussif Mamede** (in memoriam). Sou e serei eternamente grato ao seu amor, amizade e carinho. Sempre juntos!!! Sempre!!!*

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos...

*Ao amado **Amin Mamede**, meu irmão, obrigado pelo amor, carinho e amizade. Possui como característica marcante a humildade...pessoa de coração gigante e fiel. Admiro-o profissionalmente, és exemplo de dedicação e excelência. Te amo!!!*

*A minha irmã **Suraya** e seu esposo **Leandro**, muito obrigado pelo carinho.*

*A todos meus **familiares** e, aqui recordo da vovó **Mazé** (in memorian) e do eterno amigo do peito, **Tio Eduardo** (in memorian). Obrigado pelo amor, carinho, amizade e incentivo. Vocês são pilares relevantes na minha vida. Não sei viver sem minha família. Esta conquista é nossa!!!*

*Aos sinceros e verdadeiros amigos **Cláudio** e **Sicknan** pelo amor, apoio e incentivo nesta jornada. Nossas amizades estão alicerçadas no tempo, na verdade, respeito e admiração.*

*Aos amigos **Ronaldo Martins** e **Bruno Bueno** pela sinsera amizade e sempre presentes em todos os momentos. Obrigado!!!*

*A professora do curso de especialização em endodontia da ABO-Imperatriz/MA **Giovana Gritti**. Obrigado pela parceria, dedicação e amizade. Estamos juntos!!!*

*A toda “**Família Vitae Odontologia**”, desde os colaboradores até os meus amigos sócios e cirurgiões-dentistas: **Anelise, Cláudia, Danielle, Eduardo, Elaine, Fabíola, Fernanda, Guilherme, Jordana, Lilian, Natasha e Soraya**, muito obrigado pelo apoio e paciência!!! Tenho orgulho de integrar*

esta renomada e qualificada equipe clínica. Vocês são dignos da minha admiração e respeito.

*Aos meus amigos da **ABO-GO**, aqui representados pela **Tereza Mendes e Cleide Bastos**, pelo apoio, compreensão, amizade e acima de tudo por acreditarem na minha pessoa. Muito obrigado!!!*

*Aos grandes amigos e parceiros da pós-graduação: **Alessandro, Alexandre, Vinícius Caixeta, Denise, Gabriela, Giulliano, Gustavo, Helder, Iury, Juliano, Keila, Lorena, Luisa, Luiz, Luma, Marcus Vinícius, Mônica, Olavo, Patrícia e Sara**...muito obrigado!!! Esta Tese é fruto do trabalho em equipe...nesses últimos anos aprendi muito com cada um de vocês. Meu respeito e agradecimento.*

*Caros amigos **Alessandro, Olavo, Luiz e Helder**, não poderia deixar de agradecer, de maneira especial, a dedicação e amizade de vocês. Muito obrigado!!!*

*Em especial minhas amigas de pós-graduação e de vida, **Denise e Mônica**, muito obrigado!!! Sem palavras para agradecer a amizade sincera, o carinho e companheirismo. Sempre serei grato!!!*

*Ao amigo e **Prof. João Batista de Souza**, exímio colaborador com a nossa equipe de Endodontia. Tens o meu respeito e admiração. Serei eternamente grato. Muito obrigado pelas orientações.*

*Ao admirável **Prof. Jesus Djalma Pécora** pelo exemplo de docente, pesquisador e pessoa. Sua sinceridade verdadeira é algo muito raro, em extinção. Talvez seja a mente mais inteligente que conheci. Obrigado de coração professor!!!*

A grandiosa **Profa. Lili Luschke Bammann**, minha eterna admiração, respeito, carinho e amizade. A vida e o **Prof. Carlos Estrela** proporcionaram este privilégio de conviver contigo e observar o quanto foi e é importante em nossas vidas. Sinceramente, verdadeiramente, muitíssimo obrigado!!!

Aos professores **Ana Helena G. de Alencar, Daniel de Almeida Decurcio e Júlio Almeida Silva**, muito obrigado pela oportunidade de conviver e aprender em vossas companhias. Evolui muito com os ensinamentos e humildade de vocês. São pessoas simples, possuidoras de grandes corações, desprendidas em compartilhar o conhecimento e o saber. Meus sinceros agradecimentos.

Ao meu amigo, compadre e co-orientador, **Prof. Álvaro Henrique Borges**, minha eterna amizade e irmandade. Os nossos encontros não são ao acaso. Na jornada da vida, nos deparamos com verdadeiros irmãos. Você é diferente, de essência diferente. Muito obrigado por acreditar em mim!!! Sempre estarei ao seu lado!!!

Ao meu orientador, **Prof. Carlos Estrela**, meu respeito, admiração, gratidão, lealdade e amizade. Admiro-o pelo exímio educador, pesquisador, professor e amante da Odontologia que és. Possuidor de uma inteligência inexplicável, raciocínio rápido e coerente, algo impressionante. No entanto, minha admiração é muito maior pelos princípios que regem e norteiam sua vida e seus ideais: caráter, verdade, honestidade, sinceridade, família, respeito ao semelhante. Obrigado por ser meu orientador, o senhor sempre me ensina. Parafraseando nossa querida amiga e sua super-herói, **Profa. Lili Luschke Bammann, Carlos Estrela** você é SUPERLATIVO!!!

Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás** e todos os funcionários e professores, em especial a **Valdecina Quirino Rodrigues** e o **Prof. Dr. Paulo Sérgio Sucasas da Costa**, pela oportunidade da realização do Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento da nossa pesquisa científica.

Ao Laboratório de Microscopia de Alta Resolução do Instituto de Física da UFG (Labimic) pela gentileza em sempre nos apoiar e colaborar com o desenvolvimento de nossas pesquisas.

À Faculdade de Odontologia da UFG, unidade acadêmica responsável pela minha formação profissional. Sempre serei grato pelo que recebi nesta escola. Tenho orgulho e respeito à F.O./UFG. Muito obrigado!!!

SUMÁRIO

Tabelas, figuras e quadros	xiii
Símbolos, siglas e abreviaturas	xv
Resumo	xvii
Abstract	xviii
1. Introdução	01
2. Objetivos	04
3. Materiais e métodos	05
4. Resultados	15
5. Discussão	32
6. Conclusão	41
Referências	42
Anexos	49

TABELAS, FIGURAS E QUADROS

Tabela 1 – Mediana , valores mínimos e máximos do IT(MD) e IT(VL), em milímetros.....	19
Tabela 2 – Mediana, valores mínimos e máximos da CC(MD) e CC(VL).....	24
Tabela 3 – Mediana, valores mínimos e máximos do IT(MD) nos diferentes níveis do canal radicular, em milímetros.....	28
Tabela 4 – Mediana, valores mínimos e máximos do IT(VL) nos diferentes níveis do canal radicular, em milímetros.....	28
Tabela 5 – Mediana, valores mínimos e máximos da CC(MD) nos diferentes níveis do canal radicular.....	29
Tabela 6 – Mediana, valores mínimos e máximos da CC(VL) nos diferentes níveis do canal radicular.....	29
Figura 1 – Imagem em tomografia computadorizada de feixe cônico (plano axial) da raiz mesial do molar inferior, 3 mm aquém do vértice radicular, para mensuração das distâncias nos sentidos mesiodistal e vestibulolingual para determinação do índice de transporte do canal radicular.....	13
Figura 2 – Índice de transporte do canal radicular no sentido mesiodistal (mm).....	18
Figura 3 – Índice de transporte do canal radicular no sentido mesiodistal (mm) nos diferentes níveis do canal radicular.....	20
Figura 4 – Índice de transporte do canal radicular no sentido vestibulolingual (mm).....	21
Figura 5 – Índice de transporte do canal radicular no sentido vestibulolingual (mm) nos diferentes níveis do canal radicular.....	22
Figura 6 – Capacidade de centralização do preparo do canal radicular no sentido mesiodistal.....	23
Figura 7 – Capacidade de centralização do preparo do canal radicular no sentido mesiodistal nos diferentes níveis do canal radicular.....	25

Figura 8 – Capacidade de centralização do preparo do canal radicular no sentido vestibulolingual.....	26
Figura 9 – Capacidade de centralização do preparo do canal radicular no sentido vestibulolingual nos diferentes níveis do canal radicular.....	27
Figura 10 – Imagens em tomografia computadorizada de feixe cônico (plano axial) dos canais radiculares mesiovestibulares no terço cervical.....	30
Figura 11 – Imagens em tomografia computadorizada de feixe cônico (plano axial) dos canais radiculares mesiovestibulares no terço apical.....	31
Quadro 1 – Distribuição da amostra de acordo com os instrumento rotatório.....	07
Anexo 1 – Parecer do Comitê de Ética.....	49
Anexo 2 – Artigo original.....	53
Anexo 3 – Norma de publicação do respectivo periódico.....	78

SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

%	Porcentagem
#	Tamanho (diâmetro) da ponta do instrumento endodôntico
>	Maior
<	Menor
≥	Maior ou igual
≤	Menor ou igual
®	Marca registrada
CAAE	Certificado de apresentação para apreciação ética
CC	Capacidade de centralização
CC(MD)	Capacidade de centralização do preparo do canal radicular no sentido mesiodistal
CC(VL)	Capacidade de centralização do preparo do canal radicular no sentido vestibulolingual
D1	Menor distância entre a imagem da parede distal do canal radicular e a superfície externa radicular distal antes do preparo do canal radicular
D2	Menor distância entre a imagem da parede distal do canal radicular e a superfície externa radicular distal após do preparo do canal radicular
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
<i>et al.</i>	e colaboradores
EUA	Estados Unidos da América
FOV	Campo de visão (Field of View)
Ghz	Gigahertz
IT	Índice de transporte
IT(MD)	Índice de transporte no sentido mesiodistal
IT(VL)	Índice de transporte no sentido vestibulolingual
KVP	Kilovoltagem de potencia
L1	Menor distância entre a imagem da parede lingual do canal radicular e a superfície

	externa radicular lingual antes do preparo do canal radicular
L2	Menor distância entre a imagem da parede lingual do canal radicular e a superfície externa radicular lingual após do preparo do canal radicular
M1	Menor distância entre a imagem da parede mesial do canal radicular e a superfície externa radicular mesial antes do preparo do canal radicular
M2	Menor distância entre a imagem da parede mesial do canal radicular e a superfície externa radicular mesial após do preparo do canal radicular
mA	Miliamperagem
MD	Sentido mesiodistal
mL	Mililitro
mm	Milímetro
NaOCl	Hipoclorito de sódio
NiTi	Níquel-Titânio
p	Nível de significancia
s	segundo
TCFC	Tomografia computadorizada de feixe cônico
V1	Menor distância entre a imagem da parede vestibular do canal radicular e a superfície externa radicular vestibular antes do preparo do canal radicular
V2	Menor distância entre a imagem da parede vestibular do canal radicular e a superfície externa radicular vestibular após do preparo do canal radicular
VL	Sentido vestibulolingual

Objetivo: Avaliar o índice de transporte (IT) e a capacidade de centralização (CC) do preparo do canal radicular com instrumentos endodônticos de níquel-titânio acionados em rotação contínua e recíproca. **Materiais e métodos:** Noventa e seis canais mesiovestibulares de molares inferiores (primeiro e segundo) foram aleatoriamente divididos em 06 grupos (n=16), de acordo com o instrumento rotatório utilizado: Grupo 1- ProTaper Next[®]; Grupo 2- ProTaper Gold[®]; Grupo 3- Mtwo[®]; Grupo 4- BioRaCe[®]; Grupo 5- WaveOne Gold[®]; Grupo 6- Reciproc[®]. A técnica de preparo do canal radicular obedeceu a orientação dos fabricantes. Tomografia computadorizada de feixe cônico foi realizada antes e após o preparo dos canais radiculares. Foram estabelecidos 06 níveis para a realização das mensurações nas imagens: 2, 3 e 4 mm aquém do vértice radicular e 2, 3 e 4 mm abaixo da furca. O índice de transporte e a capacidade de centralização foram analisados conforme proposto por Gambill *et al.* (1996). **Resultados:** O maior IT no sentido mesiodistal (MD) foi observado com o Reciproc[®] (p<0,05), enquanto que no sentido vestibulolingual (VL) foram verificados com Reciproc[®], ProTaper Gold[®] e ProTaper Next[®] (p<0,05). Os maiores valores de CC(MD) e (VL) foram observados com os sistemas BioRaCe[®] (p<0,05) e BioRaCe[®] e Mtwo[®] (p<0,05), respectivamente. **Conclusão:** Todos os sistemas promoveram transporte do canal radicular. Nenhum instrumento mostrou capacidade de centralização do preparo perfeita. O Reciproc[®] obteve os valores maiores de IT(MD) e (VL). O sistema BioRaCe[®] apresentou a maior CC(MD), enquanto que no sentido (VL) o BioRaCe[®] e Mtwo[®] mostraram capacidades similares. **Palavras-chave:** Endodontia, preparo de canal radicular, tomografia computadorizada de feixe cônico.

ABSTRACT

Objective: To evaluate transportation (T) and centering ability (CA) of root canal preparations using continuous or reciprocating nickel-titanium endodontic files. **Material and methods:** Ninety-six mesiobuccal root canals of mandibular first and second molars were randomly divide into 6 groups (n=16) according to the rotary file used: Group 1- ProTaper Next[®]; Group 2- ProTaper Gold[®]; Group 3- Mtwo[®]; Group 4- BioRaCe[®]; Group 5- WaveOne Gold[®]; Group 6- Reciproc[®]. Root canals were prepared according to manufacturer's instructions. Cone-beam computed tomography scans were obtained before and after canal preparation. Measurements were made at five different points: 2, 3 and 4 mm from the apex and 2, 3 and 4 mm below furcation. Transportation and centering ability were analyzed following the recommendations made by Gambill et al. (1996). **Results:** The greatest mesiodistal (MD) transportation (T) was found for Reciproc[®] files ($p < 0.05$), and the greatest buccolingual (BL) T, for Reciproc[®], ProTaper Gold[®] and ProTaper Next[®] files ($p < 0.05$). The greatest mesiodistal (MD) centering ability (CA) was found for BioRaCe[®] files ($p < 0.05$), and the greatest buccolingual (BL) CA, for BioRaCe[®] and Mtwo[®] files ($p < 0.05$). **Conclusion:** All systems produced root canal transportation. No file system achieved perfect CA of root preparation. Reciproc[®] files had the greatest MD T and BL T. BioRaCe[®] files had the greatest MD CA, whereas BL CA was similar for BioRaCe[®] and Mtwo[®] files.

Key Words: Canal transportation, centering ability, cone beam computed tomographic, endodontics, nickel-titanium instruments, reciprocating motion.

1 INTRODUÇÃO

O mérito no preparo do canal radicular é esvaziar e alargar a cavidade pulpar com manutenção do formato original, curvatura e posição espacial do forame apical (SCHILDER, 1974; PETERS, 2004). Erros iatrogênicos de procedimentos (como degrau, perfuração, descentralização do canal radicular, transporte de forame apical) em canais radiculares curvos são fatores de risco ao fracasso do tratamento endodôntico (ESTRELA *et al.* 2014).

A preservação da forma original de canais radiculares curvos é maior em preparos com instrumentos flexíveis de níquel-titânio comparada a instrumentos de aço inoxidável (WALIA *et al.* 1988; ESPOSITO & CUNNINGHAM, 1995). Os instrumentos de níquel-titânio acionados em rotação contínua e/ou em cinemática recíproca apresentam maior habilidade em manter centralizado o preparo, e conseqüentemente diminuir o transporte dos canais radiculares (CARVALHO *et al.* 2015; PAGLIOSA *et al.* 2015; GERGI *et al.* 2015).

Os instrumentos de níquel-titânio apresentam características específicas em relação a secção transversal, ângulo de corte, conicidade, número de espiras e guia de penetração (BÜRKLEIN *et al.* 2012). As propriedades mecânicas e o comportamento das ligas de níquel-titânio podem variar de acordo com a composição química e os tratamentos termomecânicos durante a fabricação (THOMPSON, 2000; KUHN *et al.* 2001).

Os instrumentos ProTaper® apresentam conicidade múltipla e progressiva. O ProTaper Next® é fabricado com liga metálica do tipo *M-Wire*, secção transversal retangular excêntrica, o que permite movimento de “serpente” e maior capacidade de remoção de debris. O sistema ProTaper Gold® apresenta características semelhantes ao *design* do ProTaper Universal® e secção transversal triangular. Estes instrumentos rotatórios apresentam propriedades metalúrgicas mais avançadas que as ligas metálicas de NiTi *M-Wire*, o que permite maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica (BERNARDES *et al.* 2010; CAPAR *et al.* 2014; CEYHANLI *et al.* 2014; ZHAO *et al.* 2014; GAGLIARDI *et al.* 2015; SABER *et al.* 2015). Os instrumentos Mtwo® apresentam o desenho da secção transversal em forma de “S”, duas arestas com ângulo de corte positivo e pequena superfície de contato, o que melhora sua flexibilidade, e provavelmente seu comportamento no interior do canal radicular (YANG *et al.* 2011; MOKHTARI *et al.* 2014). Os instrumentos RaCe® apresentam secção transversal triangular com lâminas de corte alternadas, o que proporciona maior flexibilidade e capacidade de excisão de dentina (CEYHANLI *et al.* 2014; NABAVIZADEH *et al.* 2014; PASQUALINI *et al.* 2015; LIMOEIRO *et al.* 2016). Recentemente foi incorporado à endodontia contemporânea os instrumentos WaveOne® e Reciproc®. Ambos confeccionados com ligas metálicas de níquel-titânio *M-Wire*, com maior flexibilidade e resistência a fadiga cíclica (BÜRKLEIN *et al.* 2012; PEDULLÀ *et al.* 2013; CAPAR *et al.* 2014; SHEN *et al.* 2016). Instrumentos com movimento recíprocante e uso único tem sido propostos como alternativa aos instrumentos de níquel-titânio

acionados em rotação contínua de diâmetros e conicidades variadas (YARED, 2008).

A efetividade de alguns destes instrumentos foi verificada frente a manutenção da geometria e transporte do canal radicular, fratura do instrumento endodôntico e fratura de dentina (PETERS, 2004; CAPAR *et al.* 2014; LOPES *et al.* 2013; KARATAS *et al.* 2015). Recentes estudos mostraram o comportamento satisfatório destes novos instrumentos quanto ao alargamento, o transporte e a centralização do preparo em canais curvos (CARVALHO *et al.* 2015; ZANETTE *et al.* 2014; JAIN *et al.* 2015). Os recursos envolvendo imagens mais comumente empregados para a determinação dos erros de procedimentos operatórios incluem as radiografias periapicais (BÜRKLEIN *et al.* 2013; OLIVIERI *et al.* 2014; SABER *et al.* 2015; BÜRKLEIN *et al.* 2015), a microscopia eletrônica de varredura (SCHÄFER & VLASSIS, 2004), a microtomografia computadorizada (PETERS *et al.* 2015; ALMEIDA *et al.* 2015; PASQUALINI *et al.* 2015; LIMOEIRO *et al.* 2016; AMARAL *et al.* 2016), e a TCFC (GAMBILL *et al.* 1996; PETERS *et al.* 2001; ALENCAR *et al.* 2010; GERGI *et al.* 2010; CAPAR *et al.* 2014; CARVALHO *et al.* 2015; HOPPE *et al.* 2016).

O padrão para se determinar as alterações morfológicas após o preparo do canal radicular em relação às áreas desgastadas devem ser cuidadosamente analisados. A verificação do índice de transporte radicular e a capacidade de centralização do preparo, em níveis cervical e apical, em direção mesiodistal e vestibulolingual em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico pode favorecer a incorporação de um método com importante referencial.

2 OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Determinar o índice de transporte e a capacidade de centralização do preparo do canal radicular com instrumentos de níquel-titânio acionados em cinemática de rotação contínua e recíproca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar instrumentos de níquel-titânio quanto ao índice de transporte do canal radicular e a capacidade de centralização do preparo do canal radicular nos sentidos mesiodistal e vestibulolingual;

2. Verificar o índice de transporte e a capacidade de centralização após o preparo do canal radicular nos níveis 2, 3 e 4 mm aquém do vértice radicular e 2, 3 e 4 mm abaixo da furca.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Tipo de estudo

Este é um estudo laboratorial em *ex vivo* para comparação do índice de transporte do canal radicular e da capacidade de centralização do preparo do canal radicular entre instrumentos de níquel-titânio acionados em cinemática de rotação contínua e recíprocante, realizado em molares inferiores humanos e avaliado em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico.

Seleção e preparo das amostras

Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Goiás (CAAE: 53712816.1.0000.5083). Primeiros e segundos molares inferiores permanentes humanos foram obtidos no serviço de urgência odontológica da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás. Os dentes foram armazenados em solução de timol 0,2%.

Crítérios de inclusão

Radiografias periapicais pré-operatórias de cada dente foram realizadas para a seleção da amostra dentro dos critérios adotados. Para padronização das imagens dos dentes foi utilizada uma plataforma. As radiografias foram adquiridas em aparelho de raio-x Spectro X70 Eletronic (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) e sensor digital RVG 5100 (Carestream Dental, Atlanta, EUA) usando a técnica do paralelismo. Todas as imagens foram avaliadas pelo *software* do sensor digital RVG 5100 (Carestream Dental, Atlanta, EUA).

Os critérios de inclusão foram dentes com ausência de reabsorções radiculares (internas e/ou externas), fraturas radiculares e canais radiculares obliterados, cavidade pulpar intacta e rizogênese completa.

Critérios de exclusão

As imagens iniciais foram adquiridas no tomógrafo *Prexion 3D scanner* (PreXion 3D Inc., San Mateo, EUA). As imagens foram capturadas com espessura de 0,110 mm (dimensões de 1,170 X 1,570 X 1,925 mm), FOV de 81,00 X 75 mm, voxel de 0,100 mm, em 33,5 s (1.024 visualizações). A voltagem do tubo foi de 90 KVP e a corrente do tubo de 4 mA. Para a análise das imagens, foi utilizado o *software* do próprio tomógrafo Prexion (Prexion 3D Viewer, TeraRecon Inc, Foster City, EUA) em uma estação de trabalho PC com o *Windows 8 Professional* (Microsoft Corp., Redmond, EUA), equipado com um processador Intel i7 2,86 Ghz (Intel Corp., Santa Clara, EUA), NVIDIA GeForce 6200 turbo cache videocard (NVIDIA Corp., Santa Clara, EUA), e monitor ELZO-Flexscan S2000 com resolução de 1600 X 1200 pixels (ELZO NANA Corp., Hakusan, Japão).

Como critérios de exclusão foram considerados dentes com comprimento maior que 22 mm, canais radiculares mesiovestibulares com mais de um forame apical e raio de curvatura menor que 4 mm e maior que 8 mm, de acordo com o método proposto por ESTRELA *et al.* (2008). Para a determinação do raio de curvatura do canal radicular curvo foram traçadas duas linhas retas de 6 mm sobrepostas ao canal radicular, sendo a linha primária a que representou a continuidade da região apical e a secundária, a continuidade dos terços médio e cervical. Independentemente do

comprimento da linha secundária, apenas os 6 mm mais próximos à linha primária foram utilizados para medir. Posteriormente, o ponto médio de cada linha foi determinado e duas linhas perpendiculares foram traçadas até o ponto central, denominado centro da circunferência. A distância entre o centro da circunferência e o centro de cada linha (primária e secundária) foi estabelecido como o raio da circunferência, o que determinou a magnitude da curvatura.

Preparo dos canais radiculares

No momento do experimento, os dentes foram lavados em água corrente com o objetivo de remover traços da solução de timol e secados com toalhas de papel absorvente. A seguir, os mesmos foram imersos em hipoclorito de sódio a 5% durante 30 minutos para a remoção de tecido orgânico.

Um total de 96 canais mesiovestibulares de molares inferiores constituíram a amostra do presente estudo, os quais foram distribuídos aleatoriamente em 06 grupos (n=16), conforme os sistemas rotatórios utilizados:

Quadro 1– Distribuição da amostra de acordo com o instrumento rotatório.

Grupos	Sistemas	Último Instrumento	Fabricante
Grupo 1	ProTaper Next [®]	X4	Dentsply/Maillefer
Grupo 2	ProTaper Gold [®]	F4	Dentsply/Maillefer
Grupo 3	Mtwo [®]	40/.04	VDW Dental
Grupo 4	BioRaCe [®]	BR5	FKG Dentaire
Grupo 5	WaveOne Gold [®]	WaveOne Gold Large	Dentsply/Maillefer
Grupo 6	Reciproc [®]	R40	VDW Dental

As aberturas coronárias foram realizadas com pontas diamantadas esféricas (#1013, #1014; KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) e broca Endo Z (Dentsply/Maillefer, Suíça), ambas sob refrigeração e em alta rotação. Posteriormente, os canais radiculares mesiovestibulares foram explorados e esvaziados com auxílio de lima manual de aço inoxidável tipo K #10 e 15 (Dentsply/Maillefer, Suíça). O preparo do terço cervical foi realizado com a utilização dos instrumentos de cada sistema destinados para esta função. O comprimento de trabalho foi determinado com auxílio de lima tipo K #15 (Dentsply/Maillefer, Suíça) até obter-se a visualização do instrumento endodôntico através do forame apical. Deste comprimento foi recuado um milímetro, para obtenção do comprimento real de trabalho.

A técnica de preparo do canal radicular obedeceu a orientação dos fabricantes. Todos os instrumentos foram acionados pelo motor X-Smart Plus[®] (Dentsply/Maillefer, Suíça), e os canais radiculares irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5% (Rioquímica, São José do Rio Preto, SP, Brasil), utilizando-se a seringa de irrigação Navitip (Ultradent Products Inc., South Jordan, EUA). Durante o processo de sanificação do canal radicular, utilizou-se 30 mL de irrigante. Após o último instrumento ter alcançado o comprimento de trabalho em rotação livre, este foi removido, e considerado finalizado o preparo. A patência foi verificada utilizando-se uma lima K #15 (Dentsply/Maillefer, Suíça). Concluída a instrumentação, os canais radiculares foram secos com cone de papel absorvente (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) de calibre correspondente ao último instrumento e a seguir, irrigados com 5 mL de EDTA 17% (F&A Laboratório Farmacêutico Ltda, São Paulo, SP, Brasil), que permaneceu por 3 minutos. Após a

irrigação final com 5 mL de NaOCl 2,5% os canais radiculares foram secados novamente.

Cada instrumento endodôntico foi utilizado para preparar um único canal radicular. Todos os preparos de canais radiculares foram realizados por um especialista em endodontia, com mais de quinze anos de experiência.

Posterior ao preparo dos canais radiculares, imagens finais de tomografia computadorizada de feixe cônico foram obtidas para a determinação do índice de transporte do canal radicular e da capacidade de centralização do preparo do canal radicular dos instrumentos endodônticos. O mesmo protocolo descrito anteriormente para a aquisição das imagens iniciais foi utilizado e a ferramenta de sincronização de imagens do *software* do tomógrafo Prexion (Prexion 3D Viewer, TeraRecon Inc, Foster City, EUA) foi aplicada nos planos axial, coronal e sagital.

Os níveis estabelecidos para a realização das mensurações nas imagens dos canais radiculares foram: 1- 2 mm aquém do vértice radicular; 2- 3 mm aquém do vértice radicular; 3- 4 mm aquém do vértice radicular; 4- 2 mm abaixo da furca; 5- 3 mm abaixo da furca; 6- 4 mm abaixo da furca. A navegação no plano axial das imagens sincronizadas foi iniciada no vértice radicular, tanto nas imagens iniciais quanto nas finais, até atingir os níveis estabelecidos no terço apical. Para as mensurações no terço cervical a navegação iniciou na furca e estendeu-se até 4 mm abaixo. Para facilitar as mensurações, ajustes de ampliação, brilho e contraste disponíveis no programa foram utilizados.

Análise do transporte do canal radicular

A análise das imagens para verificar o transporte do canal radicular foi realizada utilizando a metodologia proposta por GAMBILL *et al.* (1996). O índice de transporte do canal radicular foi determinado nos sentidos mesiodistal e vestibulolingual nos seis níveis descritos anteriormente e correspondeu à variação, em milímetros, do desvio do eixo central do canal radicular após a instrumentação. O transporte do canal radicular no sentido mesiodistal foi estabelecido a partir da mensuração da menor distância entre a imagem das paredes mesial e distal do canal radicular e a superfície externa radicular mesial e distal, antes (M1 e D1) e após (M2 e D2) o preparo do canal radicular (Figura 1).

Igualmente, o transporte do canal radicular no sentido vestibulolingual foi determinado a partir da mensuração da menor distância entre a imagem das paredes vestibular e lingual do canal radicular e a superfície externa radicular vestibular e lingual, antes (V1 e L1) e após (V2 e L2) o preparo do canal radicular (Figura 1). Para a realização das mensurações foi empregado o *software* do tomógrafo Prexion (Prexion 3D Viewer, TeraRecon Inc, Foster City, EUA) em uma estação de trabalho PC com o *Windows 8 Professional* (Microsoft Corp., Redmond, EUA), equipado com um processador Intel i7 2,86 Ghz (Intel Corp., Santa Clara, EUA), NVIDIA GeForce 6200 turbo cache videocard (NVIDIA Corp., Santa Clara, EUA), e monitor ELZO-Flexscan S2000 com resolução de 1600 X 1200 pixels (ELZO NANA Corp., Hakusan, Japão). As mensurações foram realizadas por um examinador em dois momentos distintos e mostraram, pelo teste de Kappa, nível de concordância superior a 80% ($K=0,882$).

O cálculo do índice de transporte (IT) do canal radicular no sentido mesiodistal (MD) e no vestibulolingual (VL) foi realizado utilizando-se a seguinte fórmula:

$$IT(MD) = (M1 - M2) - (D1 - D2)$$

$$IT(VL) = (V1 - V2) - (L1 - L2)$$

Quando a aplicação da fórmula resultou em IT(MD) com valor negativo foi considerado transporte do canal radicular no sentido distal, valor positivo, transporte no sentido mesial, e quando igual a zero, como ausência de transporte. O resultado com valor negativo do IT(VL) foi estabelecido como transporte do canal radicular no sentido lingual, valor positivo, transporte no sentido vestibular, e quando igual a zero, como ausência de transporte.

Análise da capacidade de centralização do preparo do canal radicular

A análise da capacidade de centralização (CC) foi realizada de acordo com a metodologia proposta por GAMBILL *et al.* (1996), os quais definiram a capacidade de centralização como a habilidade do instrumento endodôntico em manter-se no eixo central do canal radicular. A determinação da CC foi realizada a partir dos valores obtidos na mensuração das distâncias para o cálculo do IT.

Para o estabelecimento da CC do preparo do canal radicular, no sentido mesiodistal e vestibulolingual, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$CC(MD) = \frac{M1 - M2}{D1 - D2} \quad \text{ou} \quad CC(MD) = \frac{D1 - D2}{M1 - M2}$$

$$CC(VL) = \frac{V1 - V2}{L1 - L2} \quad \text{ou} \quad CC(VL) = \frac{L1 - L2}{V1 - V2}$$

Na fórmula empregada foi selecionado como numerador o menor valor das diferenças entre as mensurações das distâncias antes e após o preparo. O resultado da aplicação desta fórmula quando igual a um ($CC = 1$) indicou capacidade de centralização perfeita do preparo do canal radicular no sentido mesiodistal e/ou vestibulolingual, e quanto mais próximo de zero ($0 \geq CC \leq 0,999$), menor a habilidade do instrumento em manter-se no eixo central do canal radicular.

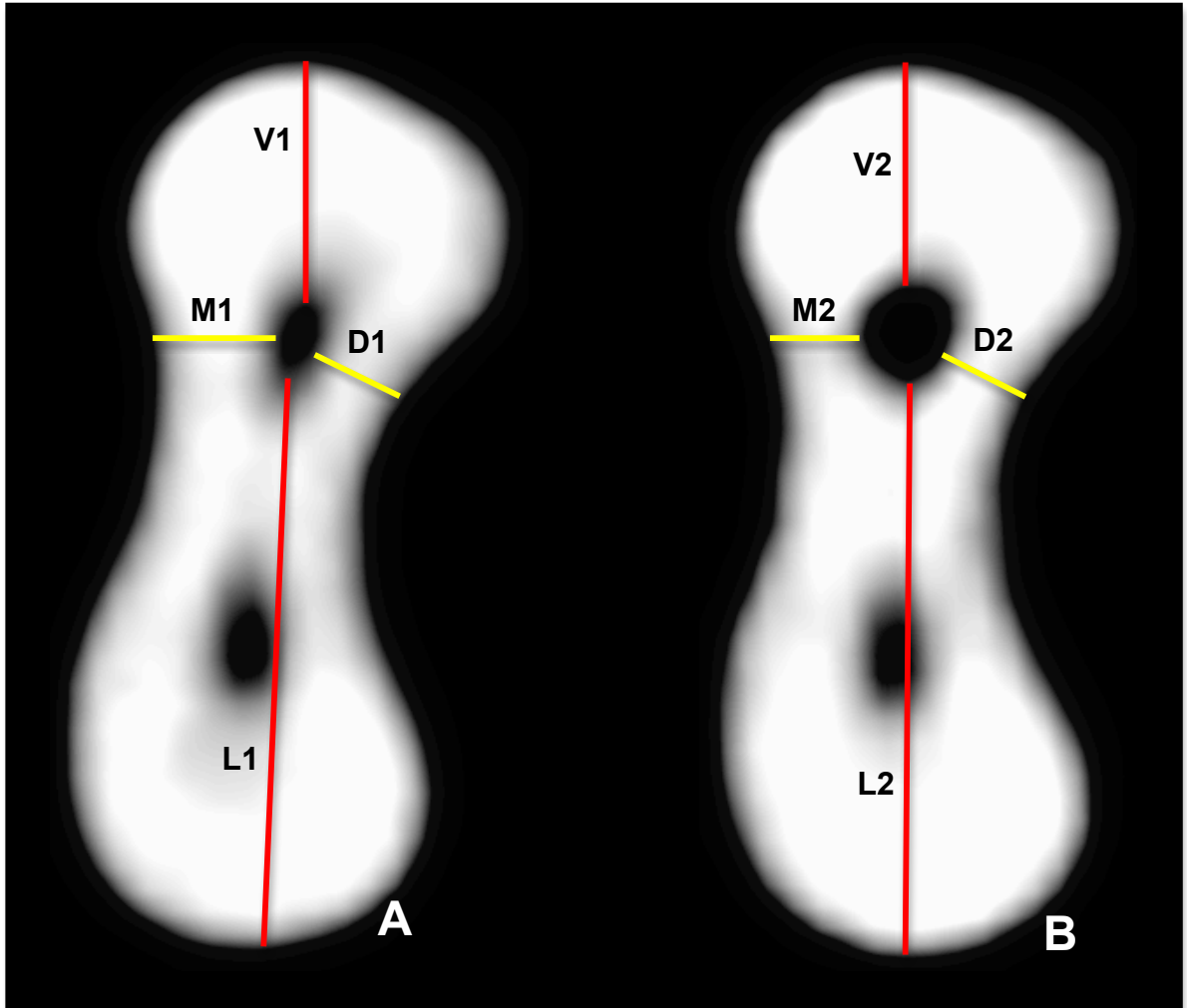


Figura 1. Imagem em tomografia computadorizada de feixe cônico (plano axial) da raiz mesial do molar inferior, 3 mm aquém do vértice radicular, para mensuração das distâncias nos sentidos mesiodistal e vestibulolingual para determinação do índice de transporte do canal radicular. (A) antes do preparo do canal radicular. (B) após o preparo do canal radicular.

Análise estatística

Para análise estatística, os dados originais referentes ao índice de transporte do canal radicular e a capacidade de centralização do preparo do canal radicular foram digitados no programa Microsoft Office Excel (Microsoft Corporation, Washington, EUA) e posteriormente exportados para o programa IBM SPSS versão 20.0 (SPSS Inc., Nova York, EUA) para análise estatística. Foram descritas as variáveis pela mediana, valores mínimos e máximos e comparadas entre os instrumentos pelo teste de Kruskal Wallis e entre as medidas nos seis níveis específicos do canal radicular pelo teste de Friedman. As comparações foram ajustadas com o teste de Bonferroni. Foi considerado um nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS

Todos os instrumentos avaliados mostraram medianas do IT(MD) do canal radicular com valor positivo, ou seja, apresentaram transporte do canal radicular no sentido mesial (Figura 2). Os menores IT(MD) foram verificados com os sistemas Mtwo[®], ProTaper Next[®], BioRaCe[®], ProTaper Gold[®] e WaveOne Gold[®] sem diferença significativa entre eles. O maior IT(MD) foi observado com o Reciproc[®], com diferença significativa quando comparado com os demais sistemas ($p < 0,05$) (Tabela 1). Entretanto, quando avaliados os seis níveis pré-estabelecidos, a 2 mm aquém do vértice radicular não houve diferença significativa entre os sistemas (Figura 3).

A análise do IT(VL) do canal radicular mostrou que as medianas de todos os sistemas testados apresentaram valor positivo, ou seja, o transporte do canal radicular ocorreu no sentido vestibular (Figura 4). Os menores IT(VL) foram verificados com os sistemas Mtwo[®], BioRaCe[®] e WaveOne Gold[®] sem diferença significativa entre eles; enquanto que, os maiores IT(VL) foram observados com os sistemas Reciproc[®], ProTaper Gold[®] e ProTaper Next[®] com diferença significativa quando comparado com o Mtwo[®] ($p < 0,05$) (Tabela 1). Apesar de, nos níveis 2 e 3 mm aquém do vértice radicular e 2 mm abaixo da furca, não ter havido diferença significativa entre os instrumentos, nos pontos a 4 mm aquém do vértice radicular e a 3 mm abaixo da furca, o Reciproc[®] apresentou maior IT(VL) do que os demais sistemas com diferença significativa ($p < 0,05$). No entanto, a 4 mm abaixo da furca, os instrumentos Reciproc[®] e ProTaper Gold[®]

apresentaram maior IT(VL) do que os outros com diferença significativa ($p < 0,05$) (Figura 5).

Nenhum dos sistemas avaliados mostrou medianas de CC(MD) do preparo do canal radicular com valor igual a um, ou seja, capacidade de centralização perfeita (Figura 6). O menor valor de CC(MD) foi observado com o Reciproc[®], com diferença significativa quando comparado com os demais instrumentos ($p < 0,05$), enquanto que o maior valor foi verificado com o sistema BioRaCe[®] com diferença significativa entre eles ($p < 0,05$) (Tabela 2). Entretanto, quando avaliados os seis níveis pré-estabelecidos, a 2 e 3 mm aquém do vértice radicular e 2 mm abaixo da furca, não houve diferença significativa entre os sistemas (Figura 7). A 4 mm aquém do vértice radicular o maior valor de CC(MD) foi encontrado com o BioRaCe[®] com diferença significativa entre os instrumentos ProTaper Next[®] e Reciproc[®] ($p < 0,05$). No nível a 3 mm abaixo da furca o menor valor de CC(MD) foi encontrado com o Reciproc[®] com diferença significativa entre os demais ($p < 0,05$). Quando avaliado o nível a 4 mm abaixo da furca os instrumentos WaveOne Gold[®] e Reciproc[®] apresentaram menores valores de CC(MD) com diferença estatisticamente significativa entre os outros ($p < 0,05$).

A análise da CC(VL) do preparo do canal radicular revelou que nenhum dos sistemas pesquisados obteve valor das medianas igual a um, ou seja, capacidade de centralização perfeita (Figura 8). Os maiores valores de CC(VL) foram observados com os instrumentos BioRaCe[®] e Mtwo[®] com diferença significativa quando comparado com os demais ($p < 0,05$) (Tabela 2). Quando a CC(VL) foi avaliada nos níveis 2, 3 e 4 mm aquém do vértice radicular e 2 e 3 mm abaixo da furca não foi detectada diferença

estaticamente significativa entre os instrumentos rotatórios. Porém, a 4 mm abaixo da furca, o ProTaper Next[®] apresentou o menor valor da CC(VL) com diferença significativa entre o Mtwo[®] ($p < 0,05$) (Figura 9).

A partir das mensurações dos seis níveis específicos nas imagens, antes e após o preparo do canal radicular foi observado menor IT(MD) a 2 mm aquém do vértice radicular com diferença significativa ($p < 0,05$) (Tabela 3), e menor IT(VL) a 2 e 3 mm aquém do vértice radicular, porém, sem diferença significativa (Tabela 4).

Os maiores valores de CC(MD) ocorreram a 4 mm aquém do vértice radicular, quando avaliados os níveis específicos, e os maiores valores de CC(VL) observou-se a 3 mm abaixo da furca, entretanto, sem diferença significativa (Tabelas 5 e 6).

As Figuras 10 e 11 exibem imagens em TCFC em plano axial dos canais radiculares mesiovestibulares, nos terços cervical e apical, antes e após o preparo de acordo com os instrumentos endodônticos de NiTi utilizados.

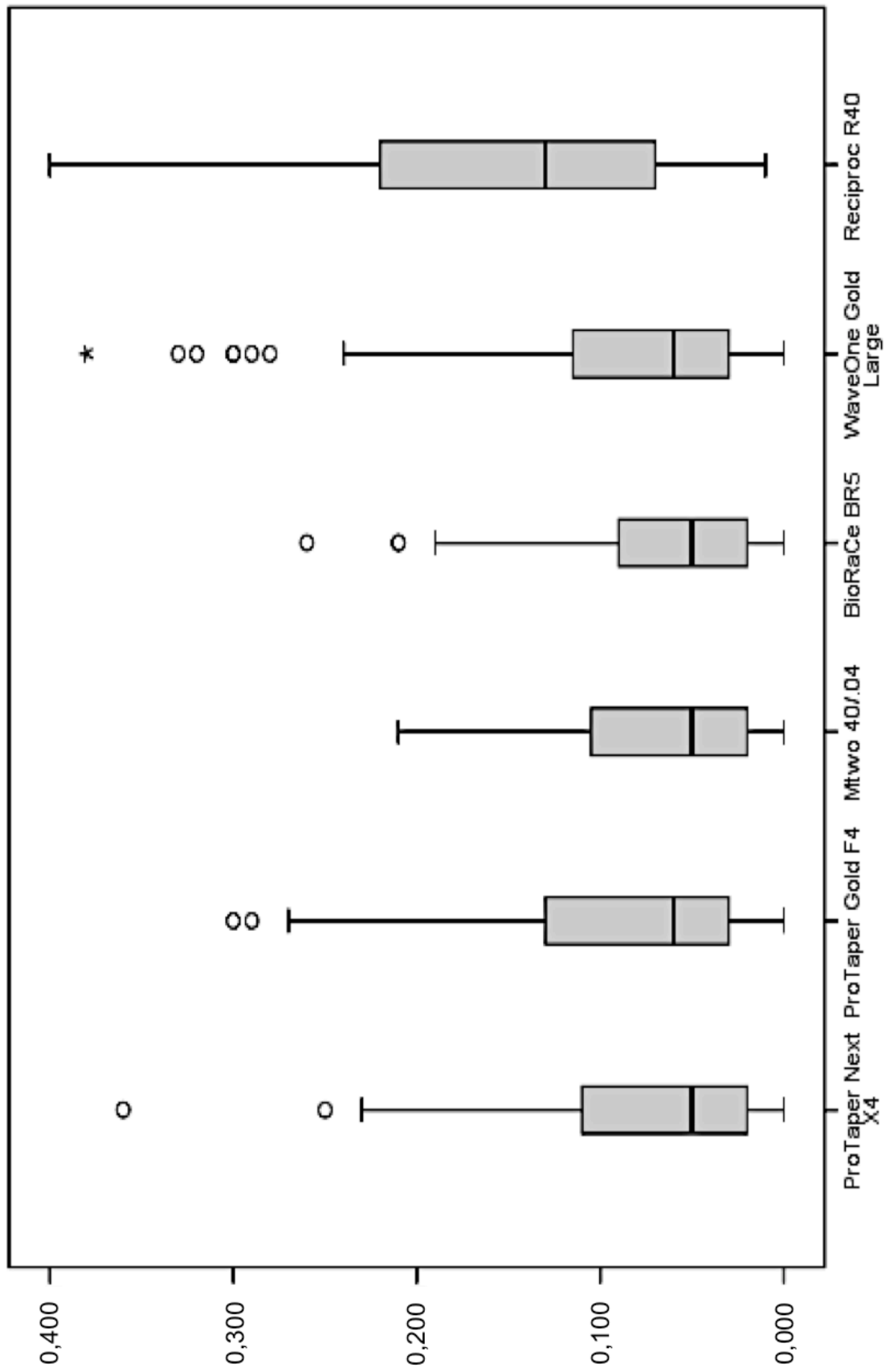


Figura 2. Índice de transporte do canal radicular no sentido mesiodistal (mm).

Tabela 1. Mediana, valores mínimos e máximos do IT(MD) e IT(VL) (mm).

INSTRUMENTOS		IT(MD)	IT(VL)
ProTaper Next®	Mediana	0,050 ^a	0,060 ^{b, c}
	Mínimo	0,000	0,000
	Máximo	0,360	0,430
ProTaper Gold®	Mediana	0,060 ^a	0,080 ^{b, c}
	Mínimo	0,000	0,000
	Máximo	0,300	0,260
Mtwo®	Mediana	0,050 ^a	0,040 ^a
	Mínimo	0,000	0,000
	Máximo	0,210	0,150
BioRaCe®	Mediana	0,050 ^a	0,050 ^{a, b}
	Mínimo	0,000	0,000
	Máximo	0,260	0,170
WaveOne Gold®	Mediana	0,060 ^a	0,050 ^{a, b}
	Mínimo	0,000	0,010
	Máximo	0,380	0,170
Reciproc®	Mediana	0,130 ^b	0,090 ^c
	Mínimo	0,010	0,010
	Máximo	0,400	0,280

*Nas colunas, letras iguais significam ausência de diferença estatisticamente significativa (p<0,05).

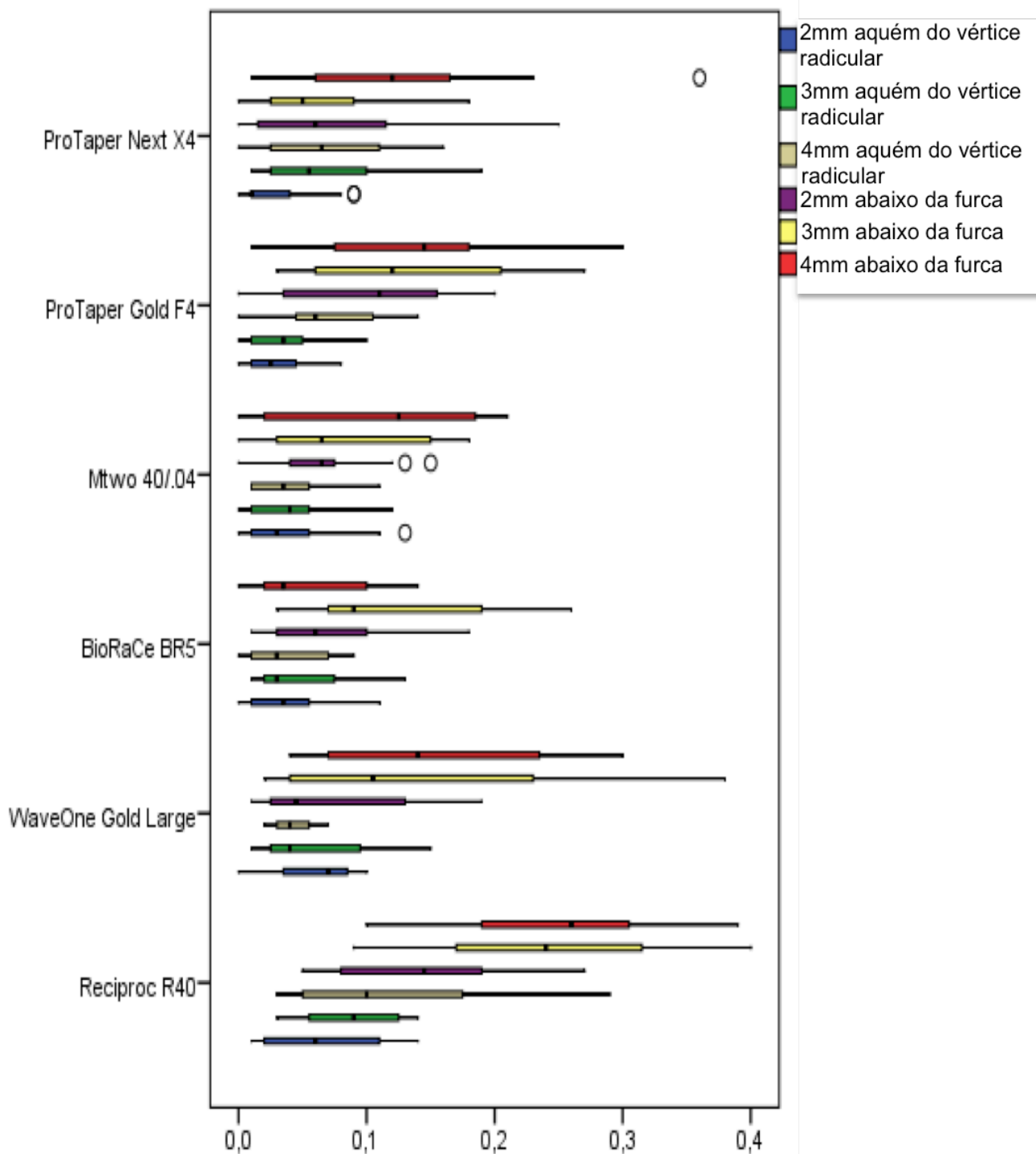


Figura 3. Índice de transporte do canal radicular no sentido mesiodistal (mm) nos diferentes níveis do canal radicular.

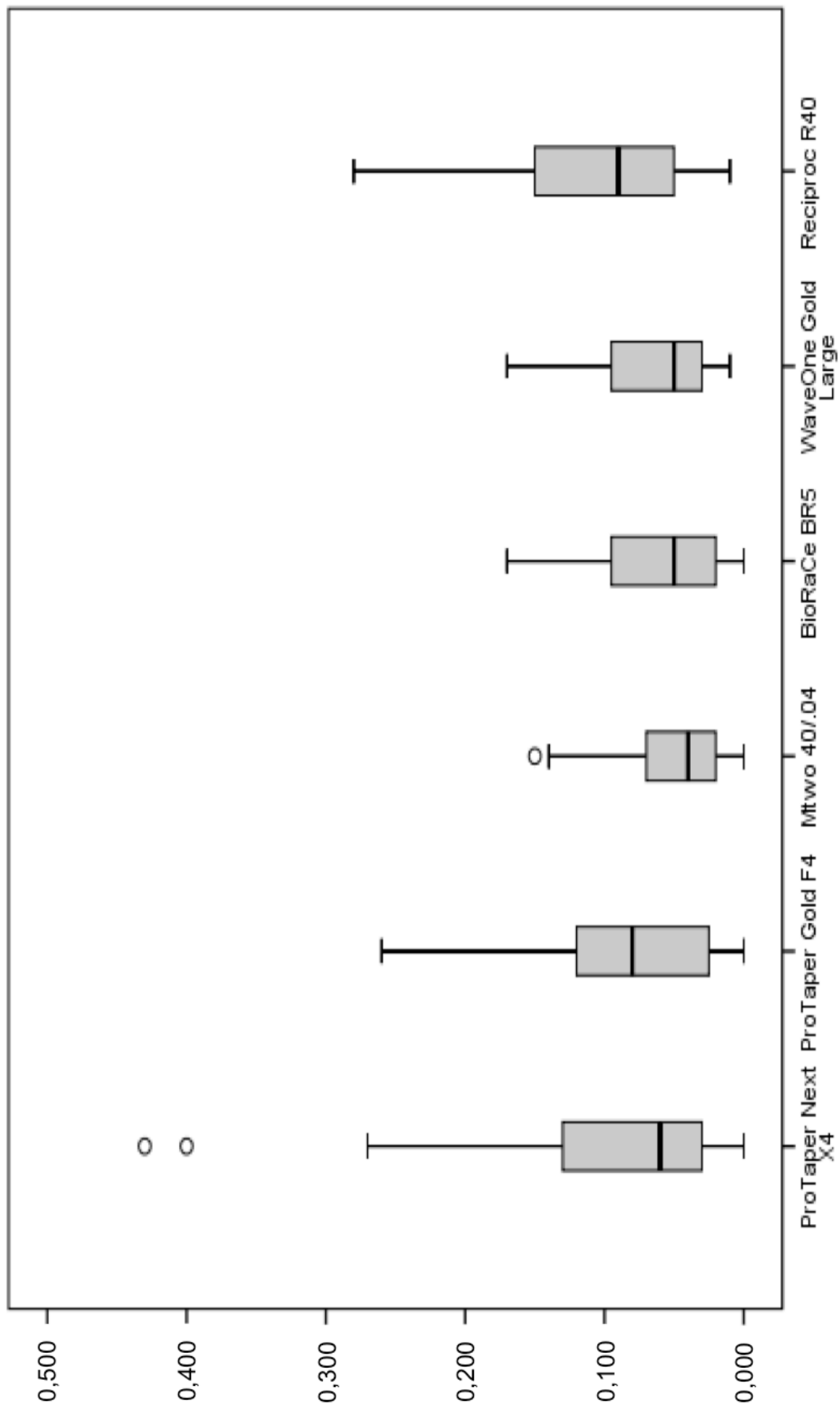


Figura 4. Índice de transporte do canal radicular no sentido vestibulolingual (mm).

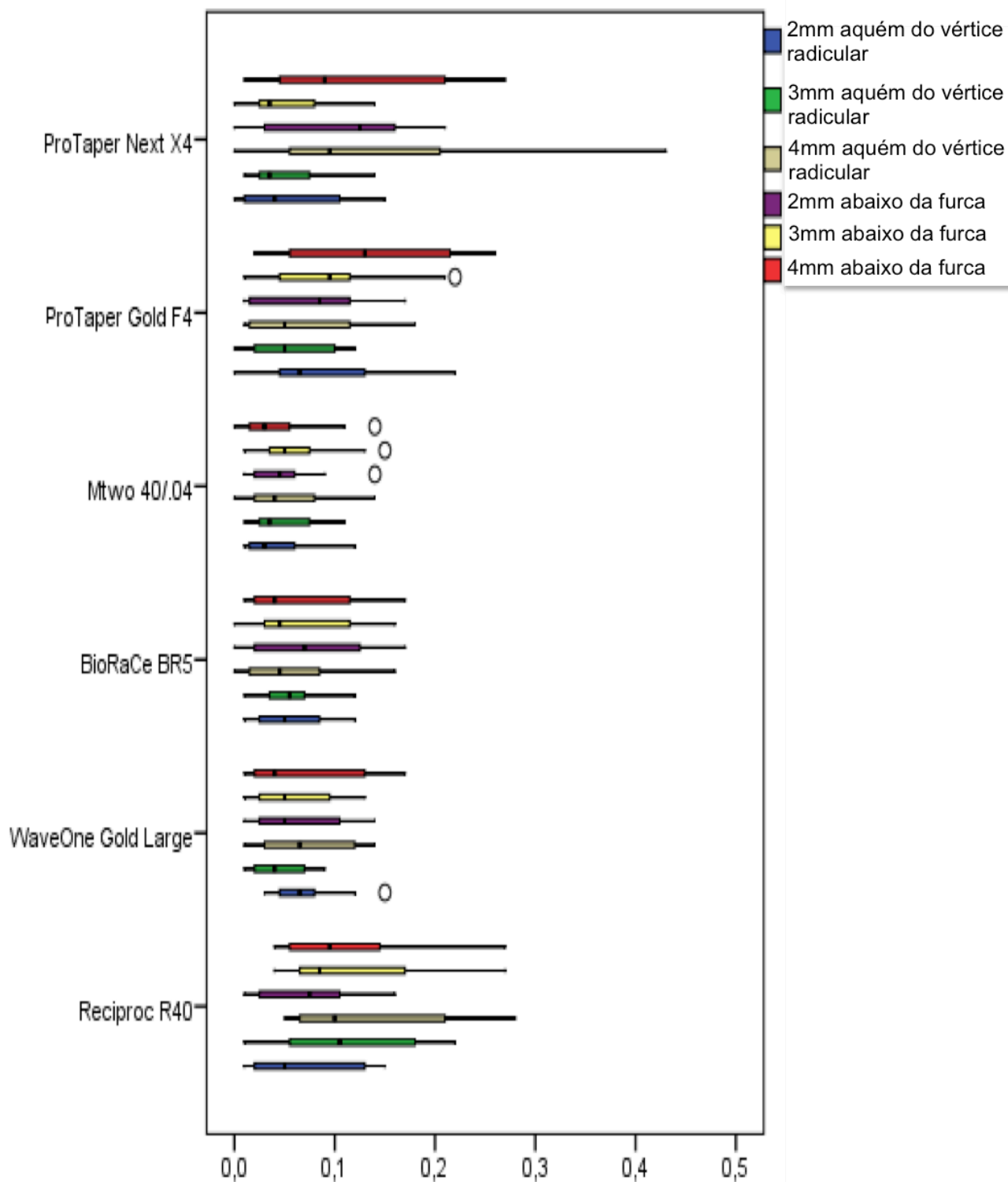


Figura 5. Índice de transporte do canal radicular no sentido vestibulolingual (mm) nos diferentes níveis do canal radicular.

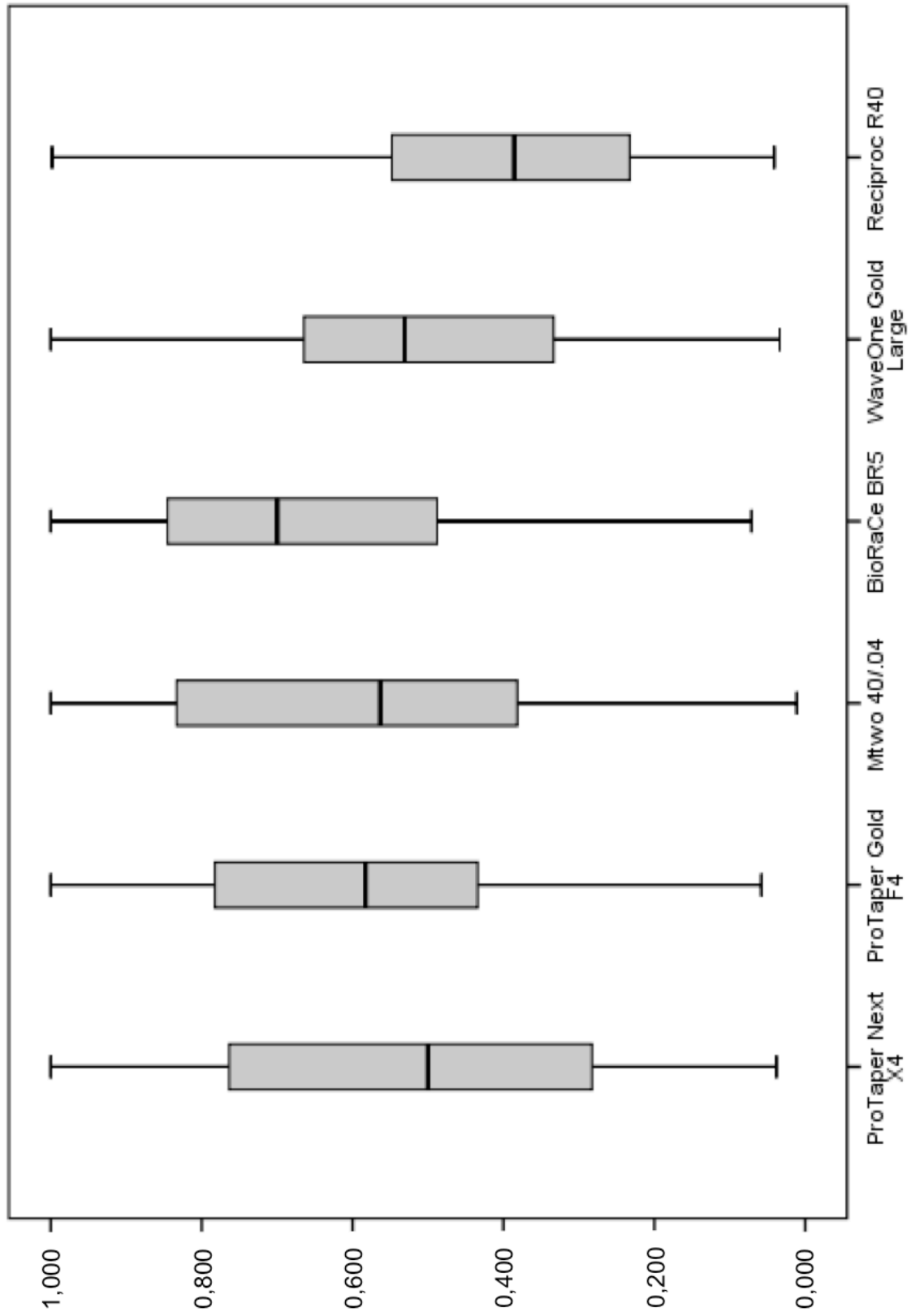


Figura 6. Capacidade de centralização do preparo do canal radicular no sentido mesiodistal.

Tabela 2. Mediana, valores mínimos e máximos da CC(MD) e CC(VL).

INSTRUMENTOS		CC(MD)	CC(VL)
ProTaper Next®	Mediana	0,500 ^b	0,418 ^b
	Mínimo	0,038	0,022
	Máximo	1,000	1,000
ProTaper Gold®	Mediana	0,583 ^b	0,413 ^b
	Mínimo	0,000	0,052
	Máximo	0,300	1,000
Mtwo®	Mediana	0,563 ^b	0,600 ^a
	Mínimo	0,011	0,055
	Máximo	1,000	1,000
BioRaCe®	Mediana	0,700 ^a	0,666 ^a
	Mínimo	0,071	0,009
	Máximo	1,000	1,000
WaveOne Gold®	Mediana	0,531 ^b	0,436 ^b
	Mínimo	0,034	0,066
	Máximo	1,000	0,888
Reciproc®	Mediana	0,386 ^c	0,400 ^b
	Mínimo	0,041	0,027
	Máximo	0,998	0,998

*Nas colunas, letras iguais significam ausência de diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

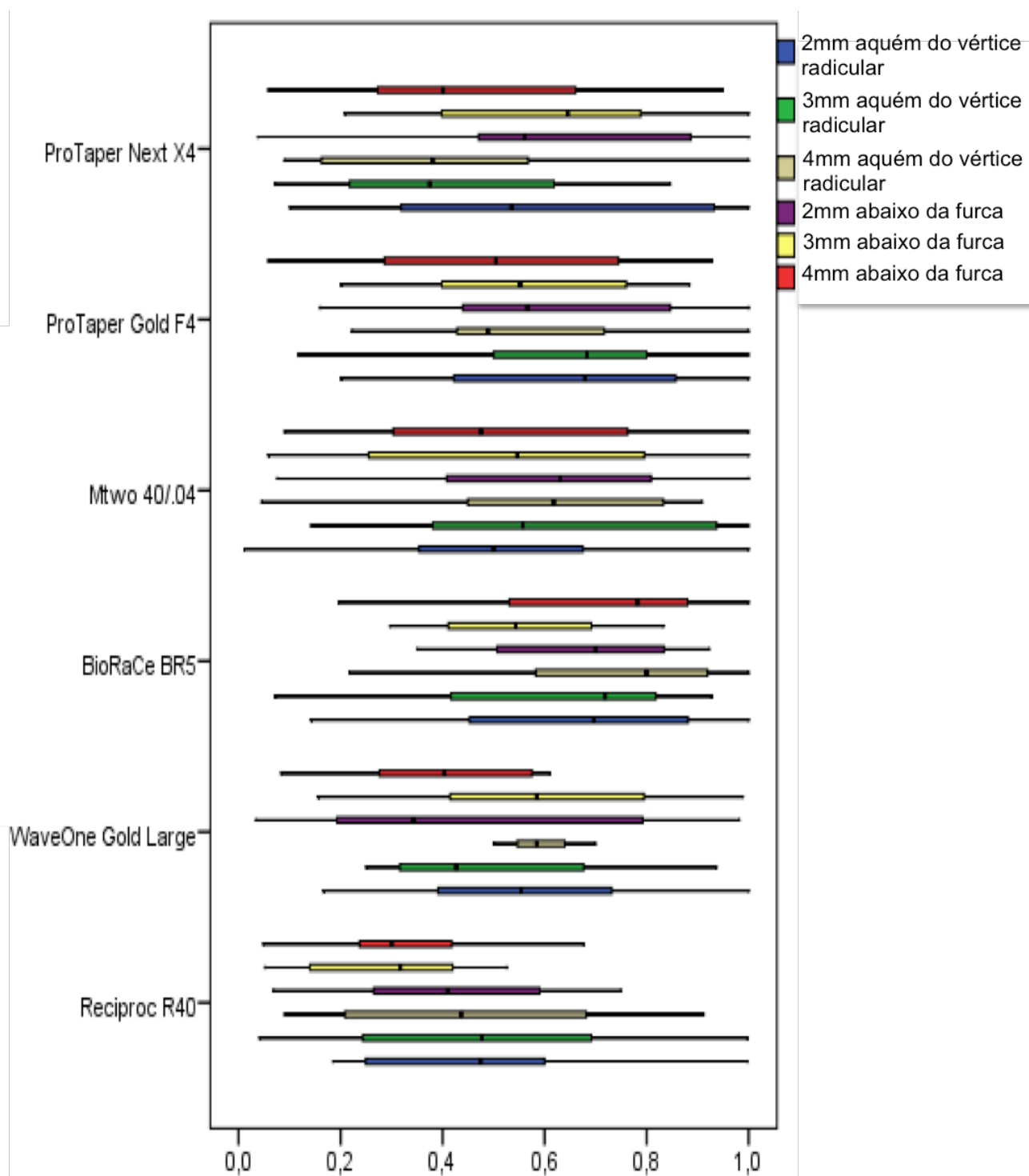


Figura 7. Capacidade de centralização do preparo do canal radicular no sentido mesiodistal nos diferentes níveis do canal radicular.

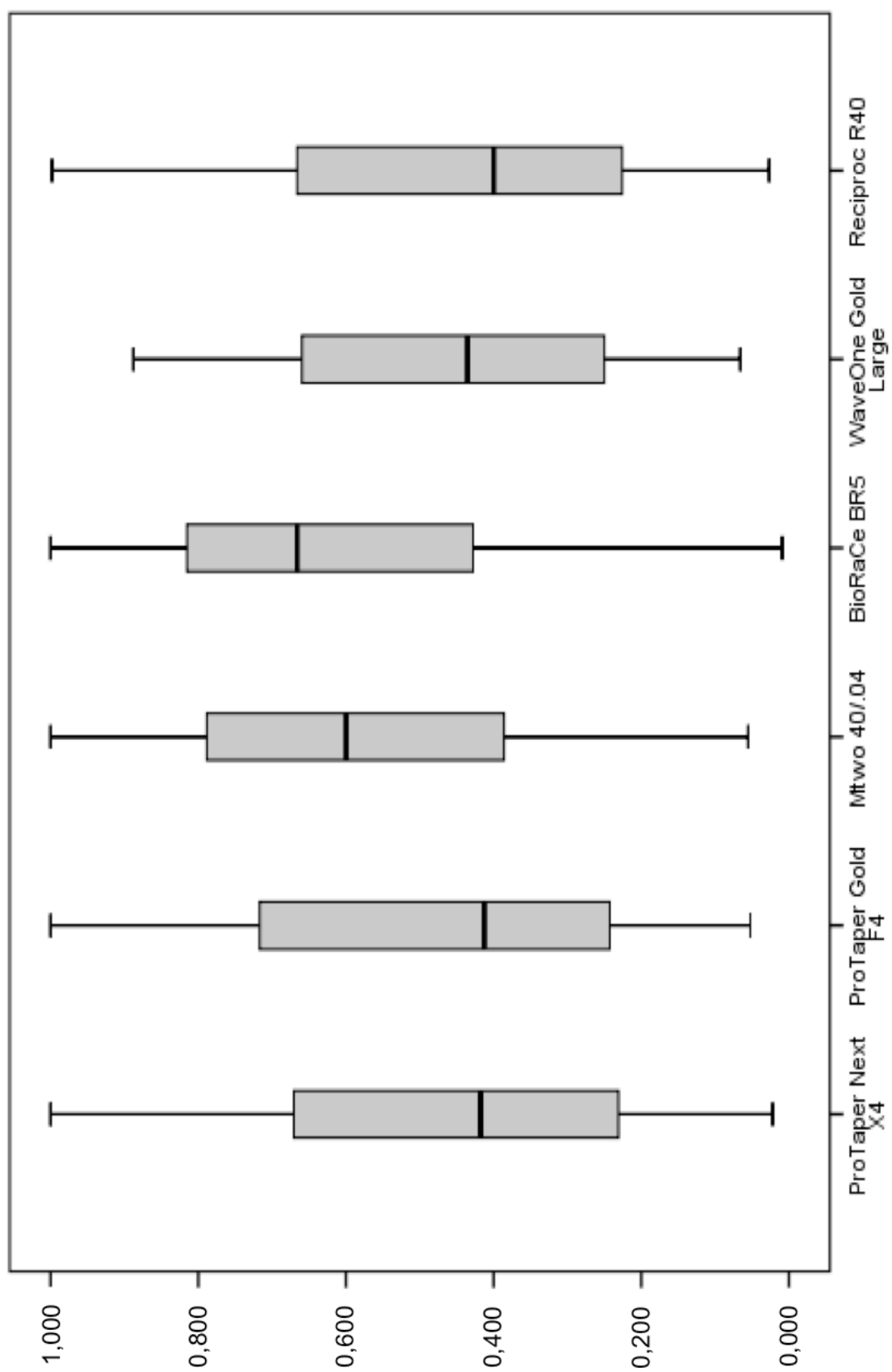


Figura 8. Capacidade de centralização do preparo do canal radicular no sentido vestibulolingual.

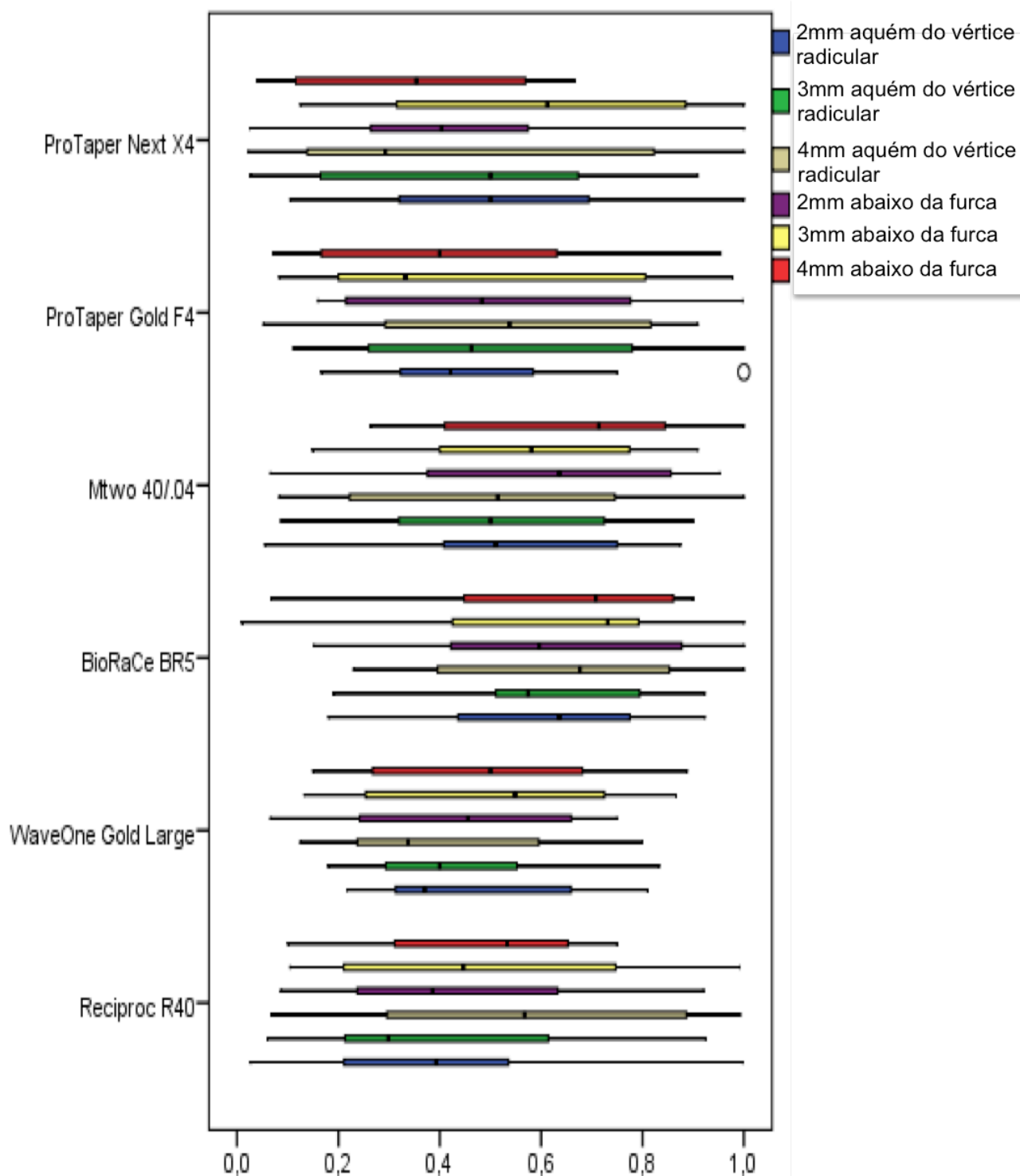


Figura 9. Capacidade de centralização do preparo do canal radicular no sentido vestibulolingual nos diferentes níveis do canal radicular.

Tabela 3. Mediana, valores mínimos e máximos do IT(MD) nos diferentes níveis do canal radicular (mm).

	2 mm aquém do vértice radicular	3 mm aquém do vértice radicular	4 mm aquém do vértice radicular	2 mm abaixo da furca	3 mm abaixo da furca	4 mm abaixo da furca
Mediana	0,030 ^a	0,055 ^b	0,055 ^b	0,075 ^b	0,100 ^c	0,130 ^c
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Máximo	0,140	0,190	0,290	0,270	0,400	0,390

*Nas colunas, letras iguais significam ausência de diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Tabela 4. Mediana, valores mínimos e máximos do IT(VL) nos diferentes níveis do canal radicular (mm).

	2 mm aquém do vértice radicular	3 mm aquém do vértice radicular	4 mm aquém do vértice radicular	2 mm abaixo da furca	3 mm abaixo da furca	4 mm abaixo da furca
Mediana	0,050 ^a	0,050 ^a	0,070 ^a	0,070 ^a	0,060 ^a	0,060 ^a
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Máximo	0,220	0,220	0,430	0,210	0,270	0,270

*Nas colunas, letras iguais significam ausência de diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Tabela 5. Mediana, valores mínimos e máximos da CC(MD) nos diferentes níveis do canal radicular.

	2 mm aquém do vértice radicular	3 mm aquém do vértice radicular	4 mm aquém do vértice radicular	2 mm abaixo da furca	3 mm abaixo da furca	4 mm abaixo da furca
Mediana	0,554 ^a	0,500 ^a	0,571 ^a	0,548 ^a	0,500 ^a	0,448 ^a
Mínimo	0,011	0,041	0,045	0,034	0,052	0,048
Máximo	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

*Nas colunas, letras iguais significam ausência de diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Tabela 6. Mediana, valores mínimos e máximos da CC(VL) nos diferentes níveis do canal radicular.

	2 mm aquém do vértice radicular	3 mm aquém do vértice radicular	4 mm aquém do vértice radicular	2 mm abaixo da furca	3 mm abaixo da furca	4 mm abaixo da furca
Mediana	0,500 ^a	0,500 ^a	0,500 ^a	0,500 ^a	0,570 ^a	0,547 ^a
Mínimo	0,027	0,026	0,022	0,025	0,009	0,040
Máximo	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

*Nas colunas, letras iguais significam ausência de diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

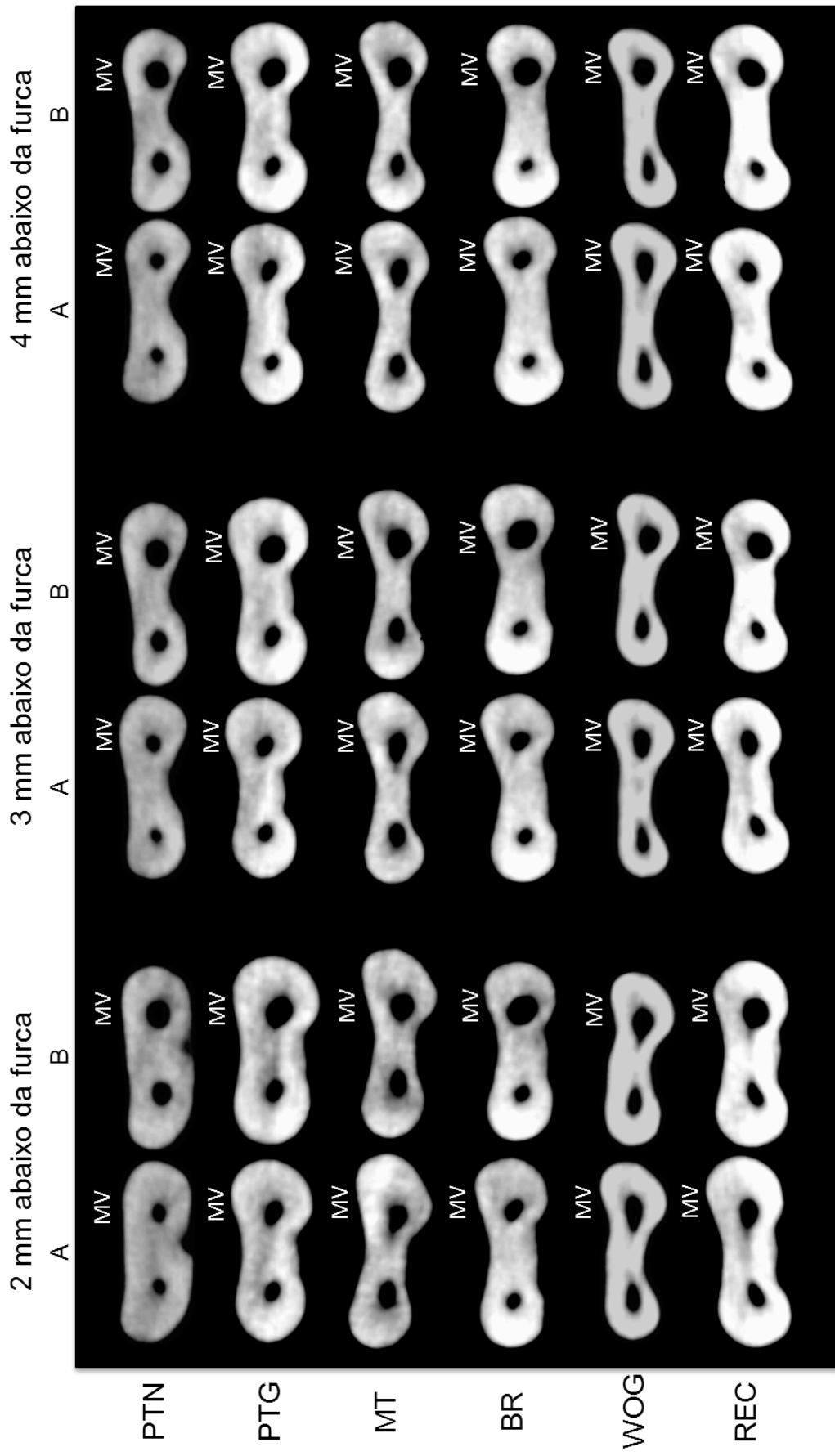


Figura 10. Imagens em tomografia computadorizada de feixe cônico (plano axial) dos canais radiculares mesiovestibulares no terço cervical. A- antes do preparo. B- após o preparo. PTN (ProTaper Next®); PTG (ProTaper Gold®); MT (Mtwo®); BR (BioRaCe®); WOG (WaveOne Gold®); REC (Reciproc®); MV (canal mesiovestibular).

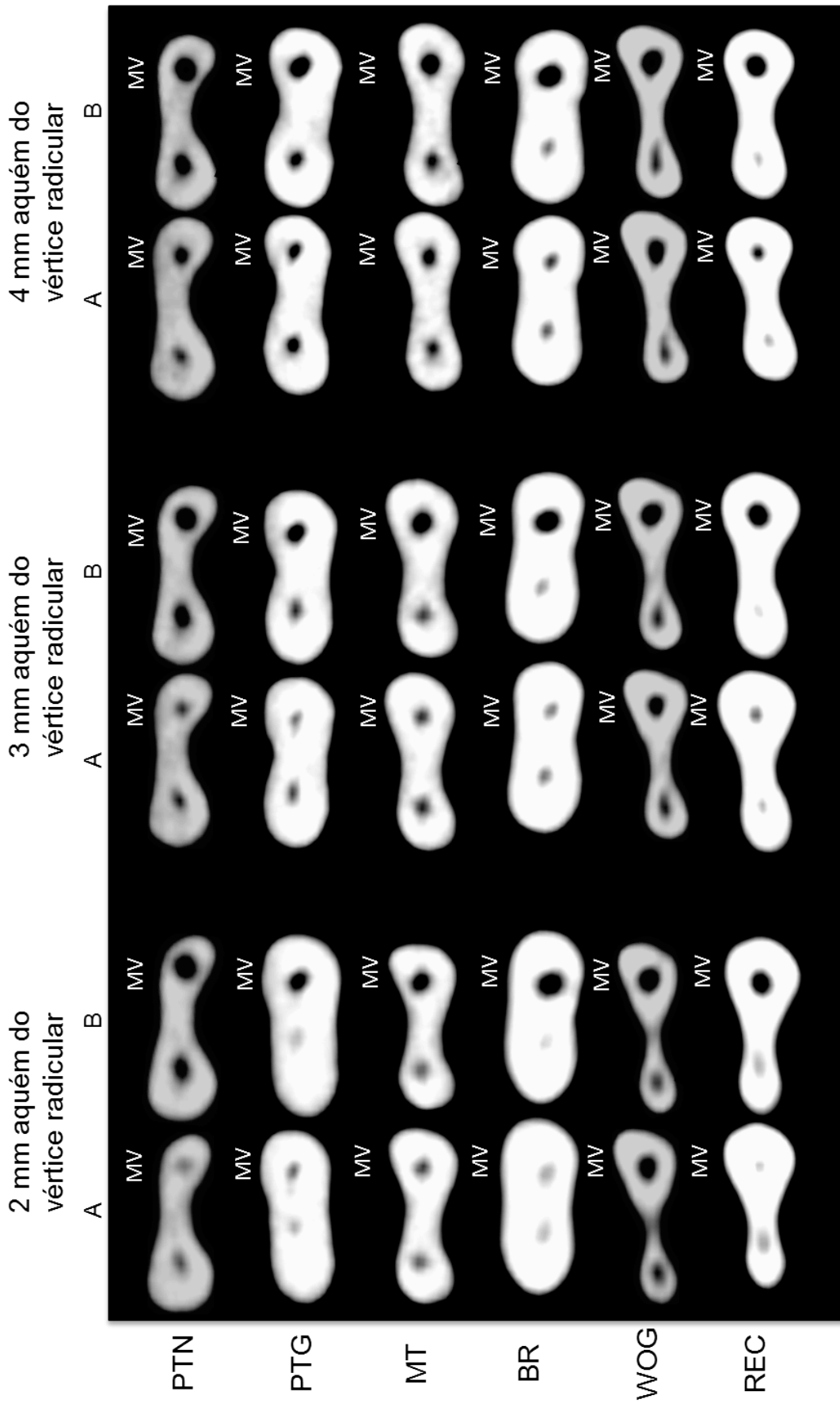


Figura 11. Imagens em tomografia computadorizada de feixe cônico (plano axial) dos canais radiculares mesiovestibulares no terço apical. A- antes do preparo. B- após o preparo. PTN (ProTaper Next®); PTG (ProTaper Gold®); MT (Mtwo®); BR (BioRaCe®); WOG (WaveOne Gold®); REC (Reciproc®); MV (canal mesiovestibular).

5 DISCUSSÃO

As alterações da forma do canal radicular nos terços cervicais e apicais foram identificados em todos os instrumentos estudados. Os instrumentos Protaper Next[®], Protaper Gold[®], WaveOne Gold[®], Mtwo[®] e BioRaCe[®] mostraram os menores índices de transporte mesiodistal. No sentido vestibulolingual os menores índices foram para os instrumentos WaveOne Gold[®], Mtwo[®] e BioRaCe[®]. Não foi identificada diferença significativa do índice de transporte mesiodistal dos instrumentos estudados em nível de 2 mm aquém do vértice radicular. No sentido vestibulolingual este fato ocorreu em nível de 2 e 3 mm aquém do vértice radicular e 2 mm abaixo da furca.

A capacidade de centralização perfeita não foi encontrada em nenhum dos sistemas, seja no sentido mesiodistal ou vestibulolingual. A melhor capacidade de centralização do preparo do canal radicular ocorreu no sentido mesiodistal com o sistema BioRaCe[®]. Os maiores valores de capacidade de centralização vestibulolingual foram encontrados com os sistemas BioRaCe[®] e Mtwo[®]. A capacidade de centralização mesiodistal em nível de 2 e 3 mm aquém do vértice radicular e 2 mm abaixo da furca não revelou diferenças significativas entre os sistemas. Contudo, no sentido vestibulolingual não foi verificada diferença significativa entre os sistemas nos níveis 2, 3 e 4 mm aquém do vértice radicular e 2 e 3 mm abaixo da furca.

A determinação do índice de transporte e da capacidade de centralização do preparo do canal radicular foi baseada em modelo previamente descrito por GAMBILL *et al.* (1996). Estes autores utilizaram um modelo de mensurações em planos axiais, a partir de ápices de dentes unirradiculares em sentido mesiodistal, com curvatura inferior a 10 graus. Vários estudos aplicaram esta metodologia para a avaliação do índice de transporte e capacidade de centralização posterior ao preparo de canais radiculares curvos (GERGI *et al.* 2010; MARZOUK & GHONEIM, 2013; CAPAR *et al.* 2014; HONARDAR *et al.* 2014; CARVALHO *et al.* 2015; JAIN *et al.* 2015; HOPPE *et al.* 2016).

No presente estudo foram utilizados os canais mesiovestibulares de molares inferiores com raio de curvatura maior que 4 mm e menor que 8 mm (ESTRELA *et al.* 2008). Foram consideradas duas áreas de importância clínica como referencial de análise (2 a 4 mm abaixo da furca e 2 a 4 mm aquém do vértice radicular), em duas direções (mesiodistal e vestibulolingual), analisadas em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico de alta resolução.

A manutenção da forma posterior ao preparo de canais radiculares curvos com instrumentos de aço inoxidável, de níquel-titânio acionados em cinemática de rotação contínua e recíproca usando diferentes métodos experimentais tem sido avaliada em canais artificiais (WU *et al.* 2015; LIU & WU, 2016), em microscopia eletrônica de varredura (SCHÄFER & VLASSIS, 2004), em dentes humanos por meio de utilização de imagens radiográficas periapicais (JAVAHERI & JAVAHERI, 2007; GARCIA *et al.* 2012; BÜRKLEIN *et al.* 2012; BÜRKLEIN *et al.* 2013; OLIVIERI *et al.* 2014; FERRARA *et al.*

2015; SABER *et al.* 2015; BÜRKLEIN *et al.* 2015), em microtomografia computadorizada (LOIZIDES *et al.* 2007; PAQUÉ *et al.* 2011; YANG *et al.* 2011; STERN *et al.* 2012; GERGI *et al.* 2014; JUNAID *et al.* 2014; ZHAO *et al.* 2014; HWANG *et al.* 2014; GERGI *et al.* 2015; GAGLIARDI *et al.* 2015; PETERS *et al.* 2015; ALMEIDA *et al.* 2015; PASQUALINI *et al.* 2015; LIMOEIRO *et al.* 2016; AMARAL *et al.* 2016), e com TCFC (GAMBILL *et al.* 1996; PETERS *et al.* 2001; HARTMANN *et al.* 2007; GERGI *et al.* 2010; CAPAR *et al.* 2014; HONARDAR *et al.* 2014; JAIN *et al.* 2015; CARVALHO *et al.* 2015; HOPPE *et al.* 2016).

A possibilidade da correta análise da geometria do canal radicular em diferentes planos que permitam análise tridimensional, e a visão em plano axial que evita uma sobreposição de estruturas tem valorizado o uso da TCFC como potencial método não destrutivo (GAMBILL *et al.* 1996; PETERS *et al.* 2001; ESTRELA *et al.* 2008).

Neste estudo, pode-se verificar que em ambos os sentidos (mesiodistal e vestibulolingual) ocorreram mudanças na forma do canal radicular (Figuras 2 e 4). A verificação da ocorrência de alterações morfológicas no preparo de canais radiculares curvos pode ser feita com precisão em sentido vestibulolingual em imagens de TCFC. As maiores alterações morfológicas foram verificadas no sentido mesiodistal.

O comportamento dos instrumentos ProTaper Next[®], ProTaper Gold[®], WaveOne Gold[®], Mtwo[®], BioRaCe[®] e Reciproc[®] frente ao transporte e centralização da forma após o preparo de canais radiculares curvos encontrados estão de acordo com os resultados de prévias investigações, os quais mostraram capacidade de manutenção satisfatória da forma do canal

radicular (YANG *et al.* 2011; GARCIA *et al.* 2012; BÜRKLEIN *et al.* 2015; GAGLIARDI *et al.* 2015). É importante realçar nestes estudos, que embora os novos instrumentos incorporados à endodontia tenham demonstrado um comportamento frequente favorável a manutenção da forma após o preparo do canal radicular, os métodos de avaliações, os níveis de avaliações dos terços radiculares, e os graus de alargamentos empregados foram diferentes (SCHÄFER & VLASSIS, 2004; BÜRKLEIN *et al.* 2012; WU *et al.* 2015; AMARAL *et al.* 2016). No presente estudo, os canais radiculares foram alargados com instrumentos correspondentes aos diâmetros e conicidades 40/.04, 40/.06 e 45/.05. A discussão sobre o quanto se deve alargar um canal radicular ainda deve ser objeto de futuros estudos. WU *et al.* (2000) reportaram que a instrumentação depende da morfologia e espessura das paredes do canal radicular, além da conicidade do instrumento selecionado. De outro lado, estudos tem destacado que nem todas as paredes tem sido tocadas pelos instrumentos durante o preparo do canal radicular (PETERS, 2004; PETERS & PAQUÉ, 2010). Em diferentes grupos dentários, quando o alargamento apical ocorrer até 350 μm , nem todas as paredes são tocadas (WU *et al.* 2002; BARROSO *et al.* 2005; VANNI *et al.* 2005; PÉCORÁ *et al.* 2005; IBELLI *et al.* 2007; SCHMITZ *et al.* 2008). Neste estudo, a ampliação apical ocorreu com instrumentos de diâmetro acima de 350 μm , o que possibilitou comparar o comportamento de instrumentos de maior diâmetro e conicidade em canais radiculares curvos. Além do mais permite a ação dos mesmos em maior área nas paredes no canal radicular, o que favorece a penetração da cânula irrigadora e conseqüentemente a ação de agentes antimicrobianos. Apesar deste grau de alargamento, o comportamento dos

instrumentos frente ao índice de transporte e capacidade de centralização do preparo do canal radicular mostrou-se satisfatório (Figuras 2, 4, 6 e 8). Em estudo prévio (PASTERNAK-JÚNIOR *et al.* 2009), a atuação dos instrumentos RaCe[®] de diâmetro e conicidade 35/.02 e 50/.02 após o preparo de canais radiculares curvos não caracterizou diferenças quanto ao transporte do canal radicular e capacidade de centralização do preparo.

A seleção dos instrumentos analisados no presente estudo ocorreu devido as características morfológicas, propriedades mecânicas, composição química e capacidade de manter a forma original de canais radiculares curvos devido a flexibilidade (THOMPSON, 2000; KUHN *et al.* 2001; BÜRKLEIN *et al.* 2012; CARVALHO *et al.* 2015; PAGLIOSA *et al.* 2015; GERGI *et al.* 2015). As características dos instrumentos endodônticos estudados apresentam diferenças quanto a secção transversal, diâmetro, conicidade, tipo e tratamento termomecânico da liga e o *design* da ponta (BÜRKLEIN *et al.* 2012; BÜRKLEIN *et al.* 2015; GAGLIARDI *et al.* 2015; GERGI *et al.* 2015; SABER *et al.* 2015). Comparando os instrumentos ProTaper[®] (ProTaper Universal[®], ProTaper Next[®] e ProTaper Gold[®]) entre si, os instrumentos ProTaper Gold[®] apresentam uma tecnologia na confecção metalúrgica com tratamento térmico, o que proporciona maior resistência a fadiga cíclica e flexibilidade, resultando em menor transporte apical em relação ao ProTaper Universal[®] e ProTaper Next[®] (GAGLIARDI *et al.* 2015). Os instrumentos Mtwo[®] são confeccionados com liga de níquel-titânio convencional. Os instrumentos BioRaCe[®], em consequência da pequena área de secção transversal, relacionado a sua flexibilidade, e lâminas de corte alternadas, para prevenção de parafusamento, permitem o

preparo de canais radiculares curvos, sem alteração da anatomia original (SABER *et al.* 2015; PASTERNAK-JUNIOR *et al.* 2009). Os instrumentos Reciproc[®] e WaveOne[®] apresentam conicidades elevadas nos 3 mm da ponta (D0 - D3) (YARED, 2008; BÜRKLEIN *et al.* 2012; SABER *et al.* 2015; SHEN *et al.* 2016). Além dos desenhos das secções transversais, uma característica importante pode ser atribuída ao tratamento térmico da liga metálica do tipo *M-Wire*, a qual confere maior flexibilidade ao instrumento (PEREIRA *et al.* 2012; BURKLEIN *et al.* 2012; PEDULLÀ *et al.* 2013; CAPAR *et al.* 2014; SHEN *et al.* 2016).

A variação nas metodologias utilizadas nos diferentes estudos particularmente frente ao grau de alargamento apical e aos critérios de avaliações e ferramentas para avaliação justificam as diferenças encontradas. No entanto, parece consenso que instrumentos rotatórios de níquel-titânio proporcionam pequenos índices de transporte apical e manutenção da centralização do preparo dos canais radiculares.

BÜRKLEIN *et al.* (2015) analisaram a efetividade de modelagem de canais radiculares severamente curvos com instrumentos rotatórios (ProTaper Universal[®], ProTaper Next[®], BT-RaCe[®] e Mtwo[®]) com diâmetro apical correspondente a 400 µm. Os instrumentos testados promoveram manutenção da curvatura dos canais radiculares além de se mostrarem seguros. O comportamento dos instrumentos rotatórios ProFile[®] e RaCe[®] frente ao transporte do canal radicular em molares inferiores foi avaliado em radiografias periapicais por GARCIA *et al.* (2012). O grau de alargamento apical foi correspondente ao instrumento com diâmetro e conicidade de 40/04. Os resultados não mostraram diferenças significativas no índice de

transporte apical do canal radicular. YANG *et al.* (2011) compararam o ProTaper Universal[®] e o Mtwo[®] na geometria do canal radicular. Ambos instrumentos promoveram adequada manutenção da geometria após o preparo dos canais radiculares. GAGLIARDI *et al.* (2015) avaliaram o índice de transporte e a capacidade de centralização em canais radiculares curvos de molares inferiores com o emprego dos instrumentos ProTaper Gold[®], ProTaper Next[®] e ProTaper Universal[®] usando microtomografia computadorizada. O grau de alargamento apical correspondeu aos instrumentos com 250 µm. Os instrumentos ProTaper Gold[®] e ProTaper Next[®] produziram menos transporte e maior capacidade de centralização do preparo do canal radicular do que o ProTaper Universal[®].

Os instrumentos rotatórios com cinemática recíproca também apresentaram comportamento satisfatório frente ao índice de transporte e capacidade de centralização do preparo de canais radiculares curvos nos diferentes níveis estudados (terços cervical e apical). CAPAR *et al.* (2014) compararam o efeito do OneShape[®], ProTaper Universal[®], ProTaper Next[®], Reciproc[®] R25, Twisted File Adaptive[®] e WaveOne[®] Primary no transporte do canal radicular e capacidade de centralização do preparo em canais radiculares curvos utilizando imagem de tomografia computadorizada de feixe cônico. Os instrumentos mostraram índices de transporte e capacidade de centralização similares. CARVALHO *et al.* (2015) avaliaram o transporte apical e a capacidade de centralização do sistema recíproca Reciproc[®] associado a diferentes técnicas de esvaziamento do canal radicular. Os canais radiculares preparados com a técnica de esvaziamento apresentaram mínimo transporte apical, e o sistema Reciproc[®] mostrou boa capacidade de

centralização do preparo do canal radicular. SABER *et al.* (2015) compararam a capacidade de modelagem de canais radiculares com curvaturas severas em molares humanos extraídos, com a utilização dos sistemas WaveOne® Primary, Reciproc® R25 e OneShape®. Todos os instrumentos mostraram-se seguros. Os instrumentos WaveOne® Primay e Reciproc® R25 foram mais eficientes na manutenção da curvatura original do canal radicular. BÜRKLEIN *et al.* (2012) compararam o Mtwo® 30/.05, ProTaper Universal® F3, Reciproc® R25 e WaveOne® Primary na modelagem de canais radiculares curvos de dentes extraídos em imagens radiográficas periapicais. Todos os sistemas avaliados mantiveram a curvatura original do canal radicular e foram seguros para o uso. AMARAL *et al.* (2016) avaliaram, por meio de microtomografia computadorizada, o transporte e centralização dos canais radiculares preparados com WaveOne® Primary associado ou não com ampliações prévias apical e cervical. O alargamento cervical e/ou apical prévio resultou em redução do transporte e melhor centralização dos instrumentos em comparação com o uso exclusivo do sistema WaveOne®.

O presente estudo mostrou que o preparo de canais radiculares curvos com instrumentos de níquel-titânio acionados em rotação contínua (ProTaper Next®, ProTaper Gold®, Mtwo® e BioRaCe®) ou recíprocante (WaveOne® Gold e Reciproc®) apresentaram baixos índices de transporte radicular e valores satisfatórios da capacidade de centralização do preparo do canal radicular. Outro aspecto de relevância relaciona-se ao grau de alargamento em canais radiculares curvos (raio de curvatura maior que 4 mm e menor que 8 mm) nos sentidos mesiodistal e vestibulolingual, que

indicaram uma modelagem satisfatória, indiferente aos níveis cervical e apical.

A endodontia contemporânea alcançou um bom padrão de modelagem com os novos sistemas rotatórios de níquel-titânio, o que interferiu diretamente na qualidade da obturação, e conseqüentemente no sucesso e sobrevida do tratamento do canal radicular. Todavia, o desafio e enigma da destruição do biofilme em áreas inacessíveis aos instrumentos e substâncias antimicrobianas permanece como problema a futuros estudos.

6 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada, pode-se concluir que:

1. Todos os instrumentos acionados em cinemática de rotação contínua e recíproca promoveram transporte do canal radicular, e nenhum mostrou capacidade de centralização perfeita do preparo. Os maiores índices de transporte mesiodistal foram observados com os instrumentos Reciproc[®], e no sentido vestibulolingual com Reciproc[®], ProTaper Gold[®] e ProTaper Next[®]. O instrumento BioRaCe[®] apresentou a maior capacidade de centralização mesiodistal, e no sentido vestibulolingual, o BioRaCe[®] e o Mtwo[®] mostraram capacidades similares.
2. O menor índice de transporte mesiodistal foi identificado em nível de 2 mm aquém do vértice radicular. Os maiores valores de centralização no sentido mesiodistal foram observados a 4 mm aquém do vértice radicular, e no sentido vestibulolingual a 3 mm abaixo da furca.

REFERÊNCIAS

1. ALENCAR, A. H. G.; DUMMER, P. M. H.; OLIVEIRA, H. C. M.; PÉCOR, J. D.; ESTRELA, C. Procedural errors during root canal preparation using rotary NiTi instruments detected by periapical radiography and cone beam computed tomography. **Brazilian Dental Journal**, v. 21, p. 543-9, 2010.
2. ALMEIDA, B. C.; ORMIGA, F.; ARAÚJO, M. C. P.; LOPES, R. T.; LIMA, I. C. B.; SANTOS, B. C.; GUSMAN, H. Influence of heat treatment of nickel-titanium rotary endodontic instruments on apical preparation: a micro-computed study. **Journal of Endodontics**, v. 41, p. 2031-5, 2015.
3. AMARAL, R. O. J. F.; LEONARDI, D. P.; GABARDO, M. C. L.; COELHO, B. S.; OLIVEIRA, K. V.; BARATTO-FILHO, F. Influence of cervical and apical enlargement associated with the WaveOne system on the transportation and centralization of endodontic preparations. **Journal of Endodontics**, v. 42, p. 626-31, 2016.
4. BARROSO, J. M.; GUERISOLI, D. M. Z.; CAPELLI, A.; SAQUY, P.C.; PÉCOR, J. D. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in maxillary premolars: SEM Analysis. **Brazilian Dental Journal**, v. 16, p. 30-4, 2005.
5. BERNARDES, R. A.; ROCHA, E. A.; DUARTE, M. A. H.; VIVAN, R. R.; MORAES, I. G.; BRAMANTE, A. S.; AZEVEDO, J. R. Root canal area increase promoted by the EndoSequence and ProTaper systems: comparison by computed tomography. **Journal of Endodontics**, v. 36, p. 1179-82, 2010.
6. BÜRKLEIN, S.; HINSCHITZA, K.; DAMMASCCHKE, T.; SCHAFER, E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. **International Endodontic Journal**, v. 45, p. 449-61, 2012.
7. BÜRKLEIN, S.; BENTEN, S.; SCHÄFER, E. Shaping ability of different single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. **International Endodontic Journal**, v. 46, p. 590-7, 2013.
8. BÜRKLEIN, S.; MATHEY, D.; SCHÄFER, E. Shaping ability of ProTaper Next and BT-RaCe nickel-titanium instruments in severely curved root canals. **International Endodontics Journal**, v. 48, p. 775-81, 2015.
9. CAPAR, I. D.; ERTAS, H.; OK, E.; ARSLAN, H.; ERTAS, E. T. Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root

canal preparation in severely curved root canals. **Journal of Endodontics**, v. 40, p. 852-6, 2014.

10. CARVALHO, G. M.; SPONCHIADO-JUNIOR, E. C.; GARRIDO, A. D. B.; LIA, R. C. C.; GARCIA, L. F. R.; MARQUES, A. A. F. apical transportation, centering ability, and cleaning effectiveness of reciprocating single-file system associated with different glide path techniques. **Journal of Endodontics**, v. 41, p. 2045-9, 2015.

11. CEYHANLI, K. T.; ERDILEK, N.; TATAR, I.; ÇETINTAV, B. Comparative micro-computed tomography evaluation of apical root canal transportation with the use of ProTaper, RaCe and Safesider systems in human teeth. **Australian Endodontic Journal**, v. 40, p. 12-6, 2014.

12. ESPOSITO, P. T.; CUNNINGHAM, C. J. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. **Journal of Endodontics**, v. 21, p. 173-6, 1995.

13. ESTRELA, C.; BUENO, M. R.; SOUSA-NETO, M. D.; PÉCORÁ, J. D. Method for determination of root curvature radius using cone-beam computed tomography images. **Brazilian Dental Journal**, v. 19, p. 114-8, 2008.

14. ESTRELA, C.; HOLLAND, R.; ESTRELA, C. R. A.; ALENCAR, A. H. G.; SOUSA-NETO, M. D.; PÉCORÁ, J. D. Characterization of successful root canal treatment. **Brazilian Dental Journal**, v. 25, p. 3-11, 2014.

15. FERRARA, G.; TASCHIERI, S.; CORBELLA, S.; CECI, C.; FABBRO, M. D.; MACHTOU, P. Comparative evaluation of the shaping ability of two different nickel-titanium rotary files in curved root canals of extracted human molar teeth. **Journal of Investigative and Clinical Dentistry**, v. 0, p.1-9, 2015.

16. GAGLIARDI, J.; VERSIANI, M. A.; SOUSA-NETO, M. D.; PLAZAS-GARZON, A.; BASRANI, B. Evaluation of the shaping characteristics of ProTaper Gold, ProTaper Next, and ProTaper Universal in curved canals. **Journal of Endodontics**, v. 41, p. 1718-24, 2015.

17. GAMBILL, J. M.; ALDER, M.; DEL RIO, C. E. comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. **Journal of Endodontics**, v. 22, p. 369-75, 1996.

18. GARCIA, M.; DURAN-SINDREU, F.; MERCADÉ, M.; BUENO, R.; ROIG, M. A comparison of apical transportation between ProFile and RaCe rotary instruments. **Journal of Endodontics**, v. 38, p. 990-2, 2012.

19. GERGI, R.; RJEILY, J. A.; SADER, J.; NAAMAN, A. Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, pathfile-protaper system, and stainless steel hand k-files by using computed tomography. **Journal of Endodontics**, v. 36, p. 904-7, 2010.

20. GERGI, R.; ARBAB-CHIRANI, R.; OSTA, N.; NAAMAN A. Micro-computed tomographic evaluation of canal transportation instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium instruments. **Journal of Endodontics**, v. 40, p. 1223-7, 2014.
21. GERGI, R.; OSTA, N.; BOURBOUZE, G.; ZGHEIB, C.; ARBAB-CHIRANI, R.; NAAMAN, A. Effects of three nickel titanium instrument systems on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. **International Endodontic Journal**, v. 48, p. 162-70, 2015.
22. HARTMANN, M. S. M.; BARLETTA, F. B.; FONTANELLA, V. R. C.; VANNI, J. R. Canal transposition after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. **Journal of Endodontics**, v. 33, p. 962-5, 2007.
23. HONARDAR, K.; ASSADIAN, H.; SHAHAB, S.; JAFARI, Z.; KAZEMI, A.; NAZARIMOGHADDAM, K.; KHARRAZIFARD, M. J.; LABBAF, H. Cone-beam tomography assessment of canal centering ability and transportation after preparation with Twisted File and BioRaCe instrumentation. **Journal of Dentistry Tehran University of Medical Sciences**, v. 11, p. 440-6, 2014.
24. HOPPE, C. B.; BOTTCHEER, D. E.; JUSTO, A. M.; SÓ, M. V. R.; GRECCA, F. S. Comparison of curved root canals preparation using reciprocating, continuous and an association of motions. **Scanning**, v. 9999, p. 1-7, 2016.
25. HWANG, Y. H.; BAE, K. S.; BAEK, S. H.; KUM, K. Y.; LEE, W.; SHON, W. J.; CHANG, S. W. Shaping ability of the conventional nickel-titanium and reciprocating nickel-titanium file systems: a comparative study using micro-computed tomography. **Journal of Endodontics**, v. 40, p. 1186-9, 2014.
26. IBELLI, G. S.; BARROSO, J. M.; CAPELLI, A.; SPANÓ, J. C. E.; PÉCORÁ, J. D. Influence of cervical preflaring on apical file size determination in maxillary lateral incisors. **Brazilian Dental Journal**, v. 18, p. 102-6, 2007.
27. JAIN, D.; MEDHA, A.; PATIL, N.; KADAM, N.; YADAV, V.; JAGADALE, H. Shaping ability of the fifth generation ni-ti rotary systems for root canal preparation in curved root canals using cone-beam computed tomographic: an *in vitro* study. **Journal of International Oral Health**, v. 7, p. 57-61, 2015.
28. JAVAHERI, H. H.; JAVAHERI, G. H. A comparison of three Ni-Ti rotary instruments in apical transportation. **Journal of Endodontics**, v. 33, p. 284-6, 2007.
29. JUNAID, A.; FREIRE, L. G.; BUENO, C. E. S.; MELLO, I.; CUNHA, R. S. Influence of single-file endodontics on apical transportation in curved root

canals: an ex vivo micro-computed tomography study. **Journal of Endodontics**, v. 40, p. 717-20, 2014.

30. KARATAS, E.; GUNDUZ, H. A.; KIRICI, D. O.; ARSLAN, H.; TOPÇU, M. Ç.; YETER, K. Y. Dentinal crack formation during root canal preparations by the Twisted File Adaptive, ProTaper Next, ProTaper Universal and WaveOne instruments. **Journal of Endodontics**, v. 41, p. 261-4, 2015.

31. KUHN, G.; TAVERNIER, B.; JORDAN, L. Influence of Structure on Nickel-Titanium Endodontic Instruments Failure. **Journal of Endodontics**, v. 27, p. 516-20, 2001.

32. LIMOEIRO, A. G. S.; SANTOS, A. H. B.; MARTIN, A. S.; FONTANA, C. E.; GAVINI, G.; FREIRE, L. G.; BUENO, C. E. S. Micro-computed tomography evaluation of 2 nickel-titanium instruments systems in shaping root canals. **Journal of Endodontics**, v. 42, p. 496-9, 2016.

33. LIU, W.; WU, B. Root canal surface strain and canal center transportation induced by 3 different nickel-titanium rotary instruments systems. **Journal of Endodontics**, v. 42, p. 299-303, 2016.

34. LOIZIDES, A. L.; KAKAVETSOS, V. D.; TZANETAKIS, G. N.; KONTAKIOTIS, E. G.; ELIADES, G. A comparative study of the effects of two nickel-titanium preparation techniques on root canal geometry assessed by microcomputed tomography. **Journal of Endodontics**, v. 33, p. 1455-9, 2007.

35. LOPES, H. P.; ELIAS, C. N.; VIEIRA, M. V. B.; SIQUEIRA-JR, J. F.; MANGELLI, M.; LOPES, W. S. P.; VIEIRA, V. T. L.; ALVES, F. R. F.; OLIVEIRA, J. C. M.; SOARES, T. G. Fatigue life of reciproc and mtwo instruments subjected to static and dynamic tests. **Journal of Endodontics**, v. 39, p. 693-6, 2013.

36. MARZOUK, A. M.; GHONEIM, A. G. Computed tomography evaluation of canal shape instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium systems. **Journal of Endodontics**, v. 39, p. 906-9, 2013.

37. MOKHTARI, H.; NIKNAMI, M.; SOHRABI, A.; HABIBIVAND, E.; ZONOUI, H. R. M.; RAHIMI, S.; ZAND, V. Cone-beam computed tomography comparison of canal transportation after preparation with BioRaCe and Mtwo rotary instruments and hand K-Flexofiles. **Iranian Endodontic Journal**, v. 9, p. 180-4, 2014.

38. NABAVIZADEH, M.; ABBASZADEGAN, A.; KHOJASTEPOUR, L.; AMIRHOSSEINI, M.; KIANI, E. A comparison of apical transportation in severely curved canals by reciproc and BioRaCe systems. **Iranian Endodontic Journal**, v. 9, p. 117-22, 2014.

39. OLIVIERI, J.G.; STOBER, E.; FONT, M. G.; GONZALES, J. A.; BRAGADO, P.; ROIG, M.; DURAN-SINDREU, F. In vitro comparison in a

manikin model: increasing apical enlargement with K3 and K3XF rotary instruments. **Journal of Endodontics**, v. 40, p. 1463-7, 2014.

40. PAGLIOSA, A.; SOUSA-NETO, M. D.; VERSIANI, M. A.; RAUCCINETO, W.; SILVA-SOUSA, Y. T. C.; ALFREDO, E. Computed tomography evaluation of rotary systems on the root canal transportation and centering ability. **Brazilian Oral Research**, v. 29, p. 1-7, 2015.

41. PAQUÉ, F.; ZEHNDER, M.; DE-DEUS, G. Microtomography-based comparison of reciprocating single-file F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. **Journal of Endodontics**, v. 37, p. 1394-7, 2011.

42. PASQUALINI, D.; ALOVISI, M.; CEMENASCO, A.; MANCINI, L.; PAOLINO, D. S.; BIANCHI, C. C.; ROGGIA, A.; SCOTTI, N.; BERUTTI, E. Micro-computed tomography evaluation of ProTaper Next and BioRaCe shaping outcomes in maxillary first molar curved canals. **Journal of Endodontics**, v. 41, p. 1706-10, 2015.

43. PASTERNAK-JÚNIOR, B.; SOUZA-NETO, M. D.; SILVA, R. G. Canal transportation and centring ability of RaCe rotary instruments. **International Endodontic Journal**, v. 42, p.499-506, 2009.

44. PÉCORÁ, J.D.; CAPELLI, A.; GUERISOLI, D. M. Z.; SPANÓ, J. C. E.; ESTRELA, C. Influence of cervical preflaring on apical file size determination. **International Endodontic Journal**, v. 38, p. 430-5, 2005.

45. PEDULLÀ, E.; GRANDE, N. M.; PLOTINO, G.; GAMBARINI, G.; RAPISARDA, E. Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. **Journal of Endodontics**, v. 39, p. 258-61, 2013.

46. PEREIRA, E. S.; PEIXOTO, I. F.; VIANA, A. C.; OLIVEIRA, I. I.; GONZALES, B. M.; BUONO, V. T.; BAHIA, M. G. Physical and mechanical properties of a thermomechanically treated NiTi wire used in the manufacture of rotary endodontic instruments. **International Endodontic Journal**, v. 45, p. 469-74, 2012.

47. PETERS, O. A.; LAIB, A.; GOHRING, T. N.; BARBAKOW, F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. **Journal of Endodontics**, v. 27, p. 1-6, 2001.

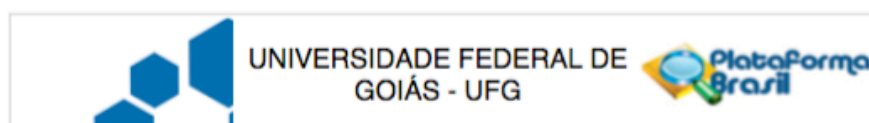
48. PETERS, O. A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. **Journal of Endodontics**, v. 30, p. 559-67, 2004.

49. PETERS, O. A.; PAQUÉ, F. Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: A review. **Quintessence International**, v. 41, p. 479-89, 2010.

50. PETERS, O. A.; ARIAS, A.; PAQUÉ, F. A micro-computed tomographic assessment of root canal preparation with a novel instrument, TRUShape, in mesial roots of mandibular molars. **Journal of Endodontics**, v. 41, p. 1545-50, 2015.
51. SABER, S. E. D. M.; NAGY, M. M.; SCHAFER, E. Comparative evaluation of the shaping ability of WaveOne, Reciproc and OneShape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. **International Endodontic Journal**, v. 48, p. 109-14, 2015.
52. SCHÄFER, E.; VLASSIS, M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. **International Endodontic Journal**, v.37, p. 239-48, 2004.
53. SCHMITZ, M. S.; SANTOS, R.; CAPELLI, A.; JACOBOVITZ, M.; SPANÓ, J. C. E.; PÉCOR, J. D. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in mandibular molars: SEM Analysis. **Brazilian Dental Journal**, v. 19, p. 245-51, 2008.
54. SHEN, Y.; COIL, J. M.; MO, A. J.; WANG, Z.; HIEAWY, A.; YANG, Y.; HAAPASALO, M. WaveOne rotary instruments after clinical use. **Journal of Endodontics**, v.42, p. 186-9, 2016.
55. SHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. **Dental Clinics of North America**, v. 8, p. 269-96, 1974.
56. STERN, S.; PATEL, S.; FOSCHI, F.; SHERRIFF, M.; MANNOCCI, F. Changes in centring and shaping ability using three nickel-titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography. **International Endodontic Journal**, v. 45, p.514-23, 2012.
57. THOMPSON, A. S. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. **International Endodontic Journal**, v. 33, p. 297-310, 2000.
58. VANNI, J. R.; SANTOS, R.; LIMONGI, O.; GUERISOLI, D. M. Z.; CAPELLI, A.; PÉCOR, J. D. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in maxillary molars: SEM Analysis. **Brazilian Dental Journal**, v. 16, p. 181-6, 2005.
59. WALIA, H.; BRANTLEY, W. A.; GERSTEIN, H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. **Journal of Endodontics**, v. 14, p. 346-51, 1988.
60. WU, M. K.; RORIS, A.; BARKIS, D.; WESSELINK, P. R. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, v. 89, p. 739-43, 2000.

61. WU, M. K.; BARKIS, D.; RORIS, A.; WESSELINK, P. R. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? **International Endodontic Journal**, v. 35, p. 264-7, 2002.
62. WU, H.; PENG, C.; BAI, Y.; HU, X.; WANG, L.; LI, C. Shaping ability of ProTaper Universal, WaveOne and ProTaper Next in simulated L-shaped and S-shaped root canals. **BioMed Central Oral Health**, v. 15, p. 1-7, 2015.
63. YANG, G.; YUAN, G.; YUN, X.; ZBOU, X.; LIU, B.; WU, H. Effects of two nickel-titanium instrument systems, Mtwo versus ProTaper Universal, on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. **Journal of Endodontics**, v. 37, p. 1412-6, 2011.
64. YARED, G. M. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. **International Endodontic Journal**, v. 41, p. 339-44, 2008.
65. ZANETTE, F.; GRAZZIOTIN-SOARES, R.; FLORES, M. E.; FONTANELLA, V. R. C.; GAVINI, G.; BARLETTA, F. B. Apical root canal transportation and remaining dentin thickness associated with ProTaper Universal with or without PathFile. **Journal of Endodontics**, v. 40, p. 688-93, 2014.
66. ZHAO, D.; SHEN, Y.; PENG, B.; HAAPASALO, M. Root canal preparation of mandibular molars with 3 nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study. **Journal of Endodontics**, v. 40, p. 1860-4, 2014.

Anexo 1 – Parecer do Comitê de Ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação das características do preparo de canais radiculares de pré-molares e molares inferiores com diferentes instrumentos reciprocantes e rotatórios. Análise por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico.

Pesquisador: Iussif Mamede Neto

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 53712816.1.0000.5083

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.468.067

Apresentação do Projeto:

Título da Pesquisa: Avaliação das características do preparo de canais radiculares de pré-molares e molares inferiores com diferentes instrumentos reciprocantes e rotatórios. Análise por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico. **Pesquisador Responsável:** Iussif Mamede Neto. **N. CAAE:** 53712816.1.0000.5083. **Instituição Proponente:** Faculdade de Odontologia. **Membro participante da equipe de pesquisa:** Carlos Estrela.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar o transporte dos canais radiculares e a capacidade de centralização dos preparos com a utilização de diferentes instrumentos endodônticos de Níquel-Titânio e em diferentes grupos dentários por meio da tomografia computadorizada de feixe cônico.

Objetivo Secundário:

Detectar defeitos, antes e após o uso, na superfície de instrumentos endodônticos de NiTi por meio da microscopia eletrônica de varredura.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Relatam que "Não se aplica." Porém no TCLE esclarecer sobre os riscos ao participante e

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131
Bairro: Campus Samambaia **CEP:** 74.001-970
UF: GO **Município:** GOIANIA
Telefone: (62)3521-1215 **Fax:** (62)3521-1163 **E-mail:** cep.prpi.ufg@gmail.com

mencionam que este não terá nenhum prejuízo quanto ao atendimento na instituição caso não queira participar com a doação do órgão dental. Garantem, também no TCLE o sigilo.

Benefícios:

O presente estudo é relevante e justificável em consequência da carência de estudos que determinam, principalmente, o índice de transporte do canal radicular e a capacidade de centralização dos instrumentos endodônticos de última geração, além de avaliar possíveis defeitos de fabricação e após a utilização dos mesmos em preparo de canais radiculares de dentes humanos extraídos. Outro aspecto muito relevante e que a literatura é carente, é a possibilidade do presente estudo avaliar a presença de remanescentes de elementos químicos metálicos dos instrumentos endodônticos no interior do canal radicular após sua instrumentação. Esses aspectos estudados implicará em melhoria direta no tratamento endodôntico realizado na população que necessitar dessa terapia.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Espera-se do presente estudo que os instrumentos endodônticos empregados nesta pesquisa: A- possuam uma qualidade superior na sua fabricação e apresentem menos defeitos antes e após sua utilização; B- proporcionem o preparo do canal radicular centralizado mantendo sua anatomia original preservada e que não ocorra transporte dos canais; C- não se deterioreem em função de sua ação nas paredes dentinárias e que não seja caracterizado elemento químico metálico oriundo dos instrumentos no interior do canal radicular.

O orçamento será custeado pelo próprio pesquisador.

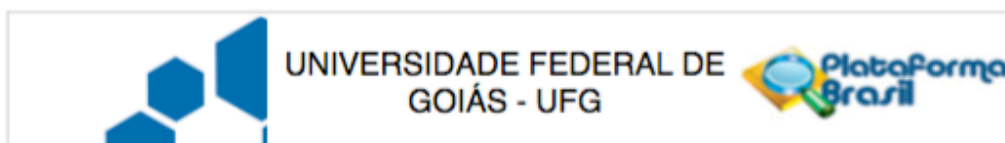
A análise dos defeitos na superfície dos instrumentos será realizada previamente e posterior a utilização dos mesmos em protocolo de preparo do canal radicular. Serão selecionados 128 dentes pré-molares inferiores permanentes unirradiculares e 64 dentes molares inferiores (primeiros e segundos) permanentes obtidos no serviço de urgência da Faculdade de Odontologia da Universidade de Federal de Goiás. Todos os dentes selecionados deverão apresentar ausência de defeitos ou reabsorções radiculares, internas ou externas, raízes completamente formadas, canais radiculares não calcificados, ausência de coroa protética ou pino intrarradicular, ausência de tratamento endodôntico prévio. Os dentes pré-molares inferiores deverão apresentar um único canal com forame apical único, comprovados por meio de exame radiográfico.

Coleta de dados estimada a partir de maio de 2016.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresentam o termo de compromisso e Folha de Rosto devidamente assinados. Apresentam o modelo do TCLE a ser aplicado. O TCLE está sob a forma de convite, voluntário, apresentam a

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131
Bairro: Campus Samambaia **CEP:** 74.001-970
UF: GO **Município:** GOIANIA
Telefone: (62)3521-1215 **Fax:** (62)3521-1163 **E-mail:** cep.prpl.ufg@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.468.067

mencionam que este não terá nenhum prejuízo quanto ao atendimento na instituição caso não queira participar com a doação do órgão dental. Garantem, também no TCLE o sigilo.

Benefícios:

O presente estudo é relevante e justificável em consequência da carência de estudos que determinam, principalmente, o índice de transporte do canal radicular e a capacidade de centralização dos instrumentos endodônticos de última geração, além de avaliar possíveis defeitos de fabricação e após a utilização dos mesmos em preparo de canais radiculares de dentes humanos extraídos. Outro aspecto muito relevante e que a literatura é carente, é a possibilidade do presente estudo avaliar a presença de remanescentes de elementos químicos metálicos dos instrumentos endodônticos no interior do canal radicular após sua instrumentação. Esses aspectos estudados implicará em melhoria direta no tratamento endodôntico realizado na população que necessitar dessa terapia.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Espera-se do presente estudo que os instrumentos endodônticos empregados nesta pesquisa: A- possuam uma qualidade superior na sua fabricação e apresentem menos defeitos antes e após sua utilização; B- proporcionem o preparo do canal radicular centralizado mantendo sua anatomia original preservada e que não ocorra transporte dos canais; C- não se deteriorem em função de sua ação nas paredes dentinárias e que não seja caracterizado elemento químico metálico oriundo dos instrumentos no interior do canal radicular.

O orçamento será custeado pelo próprio pesquisador.

A análise dos defeitos na superfície dos instrumentos será realizada previamente e posterior a utilização dos mesmos em protocolo de preparo do canal radicular. Serão selecionados 128 dentes pré-molares inferiores permanentes unirradiculares e 64 dentes molares inferiores (primeiros e segundos) permanentes obtidos no serviço de urgência da Faculdade de Odontologia da Universidade de Federal de Goiás. Todos os dentes selecionados deverão apresentar ausência de defeitos ou reabsorções radiculares, internas ou externas, raízes completamente formadas, canais radiculares não calcificados, ausência de coroa protética ou pino intraradicular, ausência de tratamento endodôntico prévio. Os dentes pré-molares inferiores deverão apresentar um único canal com forame apical único, comprovados por meio de exame radiográfico.

Coleta de dados estimada a partir de maio de 2016.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresentam o termo de compromisso e Folha de Rosto devidamente assinados. Apresentam o modelo do TCLE a ser aplicado. O TCLE está sob a forma de convite, voluntário, apresentam a

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131
Bairro: Campus Samambaia **CEP:** 74.001-970
UF: GO **Município:** GOIANIA
Telefone: (62)3521-1215 **Fax:** (62)3521-1163 **E-mail:** cep.prpi.ufg@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.468.067

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	02/03/2016 11:57:31	Iussif Mamede Neto	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	02/03/2016 11:56:58	Iussif Mamede Neto	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	02/03/2016 11:54:38	Iussif Mamede Neto	Aceito
Folha de Rosto	Folha_Rosto.pdf	02/03/2016 11:51:47	Iussif Mamede Neto	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	Manuseio_Material_Biologico.pdf	19/02/2016 17:51:42	Iussif Mamede Neto	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	19/02/2016 17:49:36	Iussif Mamede Neto	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Anexo 2 – Original Research Article

Multidimensional analysis of curved root canal preparation using continuous or reciprocating nickel-titanium instruments.

Running Title: Canal transportation and centring ability of NiTi instruments

Keywords: Canal transportation, centering ability, cone beam computed tomographic, endodontics, nickel-titanium instruments, reciprocating motion.

Acknowledgement: The authors deny any conflicts of interest

Federal University of Goiás
School of Dentistry
Praça Universitária s/n,
Setor Universitário, 74605-220 Goiânia, GO, Brazil.
Phone: +55-62-3209-6254.
e-mail: estrela3@terra.com.br

Abstract

Objective: To evaluate transportation (T) and centering ability (CA) of root canal preparations using continuous or reciprocating nickel-titanium endodontic files.

Material and methods: Ninety-six mesiobuccal root canals of mandibular first and second molars were randomly divide into 6 groups (n=16) according to the rotary file used: 1. ProTaper Next[®]; 2. ProTaper Gold[®]; 3. Mtwo[®]; 4. BioRaCe[®]; 5. WaveOne Gold[®]; 6. Reciproc[®]. Root canals were prepared according to manufacturer's instructions. Cone beam computed tomography scans were obtained before and after root canal preparation. Measurements were made at six different reference points: 2, 3 and 4 mm from the apex and 2, 3 and 4 mm below furcation. Transportation and centering ability were analyzed following the recommendations made by Gambill et al. (1). **Results:** The greatest mesiodistal (MD) transportation (T) was found for Reciproc[®] files (p<0.05), and the greatest buccolingual (BL) T, for Reciproc[®], ProTaper Gold[®] and ProTaper Next[®] files (p<0.05). The greatest mesiodistal (MD) centering ability (CA) was found for BioRaCe[®] files (p<0.05), and the greatest buccolingual (BL) CA, for BioRaCe[®] and Mtwo[®] files (p<0.05). **Conclusion:** All systems produced root canal transportation. No file system achieved perfect CA of root preparation. Reciproc[®] files had the greatest MD T and BL T. BioRaCe[®] files had the greatest MD CA, whereas BL CA was similar for BioRaCe[®] and Mtwo[®] files.

Keywords: Canal transportation, centering ability, cone beam computed tomographic, endodontics, nickel-titanium instruments, reciprocating motion.

Introduction

The purpose of root canal preparation is to clean and shape the pulp cavity while preserving its original shape and curvature and the position of the apical foramen (1-3). Procedural iatrogenic errors in the preparation of curved root canals, such as zips, perforations, decentralized root canals, apical foramen transport, are risk factors that may lead to root canal treatment failure (4, 5).

The original shape of curved root canals is better preserved when they are prepared with flexible nickel-titanium files instead of stainless steel files (6). The centering ability of continuous and reciprocating nickel-titanium files is better than that of stainless steel files and, consequently, their root canal transportation is reduced (7-9).

The cross-section, rake angle, taper, number of flutes and radial land of nickel-titanium files have specific characteristics (10). The mechanical properties and the behavior of nickel-titanium alloys may vary according to their chemical composition and heat treatment during manufacture (11).

ProTaper[®] files have multiple and progressive tapers. ProTaper Next[®], manufactured from an m-wire alloy, has an eccentric rectangular cross-section, which provides asymmetrical rotary motion and greater capacity to remove debris. ProTaper Gold[®] has a triangular cross-section, which is similar to the design of the ProTaper Universal[®] files. These rotary files have more advanced metallurgic properties than those manufactured using NiTi m-wire and, therefore, have greater flexibility and resistance to cyclic fatigue (12-14). Mtwo[®] files have an S-shaped cross-section, two positive-rake-angle edges and a small contact surface, which improves their flexibility and, probably, their

performance inside the root canal (15). RaCe[®] files have a triangular cross-section and alternate cutting blades, which results in greater flexibility and better dentine excision capacity (16). WaveOne[®] and Reciproc[®] files have recently been incorporated into contemporary endodontics. Manufactured using m-wire nickel-titanium alloys, they have greater flexibility and resistance to cyclic fatigue (10, 12, 17). Single-use reciprocating files have been described as an alternative to continuous rotation nickel-titanium files of varied diameters and tapers (18).

The effectiveness of some of these files has been analyzed considering geometry preservation and root canal transportation, endodontic file fracture and dentin fracture (3, 12). Recent studies have demonstrated their satisfactory results in curved root canal enlargement, transportation and centering (7, 10, 12). The imaging studies most often used to determine procedural operative errors are periapical radiographs (4, 14, 19), scanning electronic microscopy (20), micro-computed tomography (16, 21, 22), and cone-beam computed tomography (CBCT) (1, 4, 7, 12, 23, 24).

The parameters to determine morphological changes in drilled areas after root canal preparation should be carefully analyzed. Transportation and centering ability during preparation at the cervical and apical levels in the mesiodistal and buccolingual directions on CBCT images may be incorporated into a method with a solid referential basis. Thus, this study evaluated the transportation and centring ability of root canal preparation using continuous or reciprocating nickel-titanium instruments with multidimensional imaging method.

Material and methods

Sample selection and preparation

This study was approved by the Ethics in Research Committee of the Federal University of Goiás, Goiânia, Brazil (CAAE: 53712816.1.0000.5083). This study included human permanent mandibular first and second molars obtained from the Dental Urgency Department of the School of Dentistry of the Federal University of Goiás. The specimens were stored in a solution of 0.2% thymol.

Inclusion criteria

Preoperative periapical radiographs of each tooth were used for sample selection according to selection criteria. A platform was used to standardize tooth images. A Spectro X70 Electronic x-ray unit (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, Brazil) and a RVG 5100 digital sensor (Carestream Dental, Atlanta, GA) were used for lateral radiographs. All images were evaluated using the RVG 5100 software (Carestream Dental, Atlanta, GA).

Inclusion criteria were: teeth with no internal or external root resorptions, fractures or calcifications; and with an intact pulp cavity and fully formed roots.

Exclusion criteria

Baseline images were acquired using a PreXion 3D scanner (PreXion 3D Inc., San Mateo, CA). Image thickness was 0.110 mm (size: 1.170 mm X 1.570 mm X 1.925 mm), 81.00 mm X 75 mm FOV, 0.100 mm voxel, 33.5 s scan time (1,024 matrix), 90 KVP and 4 mA. The images were analyzed using the CT scanner software (PreXion 3D Viewer, TeraRecon Inc, Foster City, CA) on an Intel i7 2.86 GHz (Intel Corp., Santa Clara, CA) Windows 8 Professional

(Microsoft Corp., Redmond, WA) workstation equipped with an NVIDIA GeForce 6200 turbo cache videocard (NVIDIA Corp., Santa Clara, CA) and a 1600 X 1200 pixels ELZO-Flexscan S2000 monitor (ELZO NANA O Corp., Hakusan, Japan).

Teeth were excluded if their length was greater than 22 mm, or if mesiobuccal canals had more than one apical foramen or a curvature radius smaller than 4 mm and greater than 9 mm, according to the method described by Estrela et al. (25). To determine the curvature radius of curved root canals, two 6-mm straight lines were superimposed to the root canal image: the primary line defined the apical region, and the secondary, the middle and cervical thirds. Regardless of the total length of the secondary line, only the 6 mm closest to the primary line were used for the measurements. The midpoint of each line was determined, and two perpendicular lines were drawn to a central point of a circumference, the circumcenter. The distance from circumcenter to the midpoint of each line (primary and secondary) was the circle radius, which represented the magnitude of the curvature.

Root canal preparation

The teeth were rinsed under running water to fully remove thymol solution and then dried with absorbing paper towels. After that, they were immersed in 5% sodium hypochlorite for 30 min to remove all organic tissues.

The study sample comprised 96 mesiobuccal canals of mandibular molars randomly distributed into 6 groups (n=16) of different rotary systems: 1. ProTaper Next[®] X4 (Dentsply/Maillefer, Switzerland); 2. Protaper Gold[®] F4 (Dentsply/Maillefer, Switzerland); 3. Mtwo[®] 40/.04 (VDW Dental, Germany); 4.

BioRaCe® BR5 (FKG Dentaire, Switzerland); 5. WaveOne Gold® Large (Dentsply/Maillefer, Switzerland); 6. Reciproc® R40 (VDW Dental, Germany).

A high-speed handpiece, round diamond burs (#1013, #1014; KG Sorensen, Barueri, Brazil) and an Endo Z bur (Dentsply/Maillefer, Switzerland) were used for coronal flaring under irrigation. After that, the mesiobuccal root canals were explored and their contents were removed using K #10 and K #12 stainless steel handfiles (Dentsply/Maillefer, Switzerland). The cervical third was prepared using the files for this area in each system under study. Working length was determined using a K #15 file (Dentsply/Maillefer, Switzerland) and confirmed by visualization of the file tip through the apical foramen. The file was pulled back one millimeter to determine actual working length.

Root canals were prepared according to manufacturer's instructions. An X-Smart Plus® engine (Dentsply/Maillefer, Switzerland) was used for all files, and the root canals were irrigated with 2.5% sodium hypochlorite freshly prepared before use (Fitofarma, Goiânia, Brazil) and delivered using a Navitip irrigation tip (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT). During canal cleaning, 30 mL of irrigant was used. Canal preparation was completed when the last file reached working length in free rotation and then removed. Patency was checked with a K #15 file (Dentsply/Maillefer, Switzerland). After instrumentation was completed, the root canals were dried with absorbing paper points (Dentsply, Petrópolis, Brazil) of the same caliber as the last file and then irrigated with 5 mL of 17% EDTA (F&A Laboratório Farmacêutico Ltda, São Paulo, Brazil) for 3 min. After the last irrigation with 5 mL of 2.5% NaOCl, the root canals were dried again.

Each endodontic file was used to prepare only one root canal. All the root canals were prepared by an endodontist with over 15 years' experience.

After preparation, final CBCT scans were obtained to evaluate transportation and centering ability of the endodontic files. The same protocol described for the acquisition of baseline images was followed, and the image synchronization tool of the Prexion software (Prexion 3D Viewer, TeraRecon Inc, Foster City, CA) was used for the axial, coronal and sagittal views.

The following reference points were used for measurements on the root canal images: 1- 2 mm short of the apex; 2- 3 mm short of the apex; 3- 4 mm short of the apex; 4-2 mm below furcation; 5-3 mm below furcation; 6-4 mm below furcation. Navigation on the axial view of synchronized images started at the root apex, both on baseline and final images, and moved to the measurement points on the apical third. For the measurements on the cervical third, navigation started at furcation and moved down up to 4 mm. To facilitate measurements, the enlargement, brightness and contrast tools available in the software were used.

Analysis of root canal transportation

The evaluation of images to determine root canal transportation (T) followed the method described by Gambill et al. (1). Root canal transportation, determined in the mesiodistal and buccolingual directions at the six points described above, corresponded to the variation, in millimeters, of the deviation from the central axis of the root canal after preparation. Mesiodistal transportation was the shortest distance between the mesial and distal walls of the root canal and the external mesial and distal surface before (M1 and D1) and after (M2 and D2) root canal preparation (Figure 1).

In the same way, buccolingual root canal transportation was the shortest distance between the images of the buccal and lingual wall of the root canal and the external buccal and lingual surfaces before (B1 and L1) and after (B2 and L2) root canal preparation (Figure 1). The images were analyzed using the CT scanner software (Prexion 3D Viewer, TeraRecon Inc, Foster City, CA) on an Intel i7 2.86 GHz (Intel Corp., Santa Clara, CA) Windows 8 Professional (Microsoft Corp., Redmond, WA) workstation equipped with an NVIDIA GeForce 6200 turbo cache videocard (NVIDIA Corp., Santa Clara, CA) and a 1600 X 1200 pixels ELZO-Flexscan S2000 monitor (ELZO NANAOCorp., Hakusan, Japan). Measurements were made by one examiner at two time points, and agreement was greater than 80% according to kappa statistics (K=0.882).

Mesiodistal (MD) and buccolingual (BL) transportation was calculated using the formula below:

$T(MD) = (M1 - M2) - (D1 - D2)$ and $T(BL) = (B1 - B2) - (L1 - L2)$. A negative $T(MD)$ result indicated distal transportation, whereas a positive number indicated mesial transportation; a result of zero indicated no transportation. A negative $T(BL)$ result indicated lingual transportation, whereas a positive number indicated buccal transportation; a result of zero indicated no transportation.

Analysis of centering ability of root canal preparation

Centering ability (CA) was analyzed using the method described by Gambill et al. (1), who defined centering ability as the capacity of an endodontic file of preserving the central axis of the root canal. CA was calculated using the distances measured to define transportation.

Mesiodistal and buccolingual CA were calculated using the following formula:

$$CA(MD) = (M1-M2) / (D1-D2) \text{ or } CA(MD) = (D1-D2) / (M1-M2)$$

$$CA(BL) = (B1-B2) / (L1-L2) \text{ or } CA(BL) = (L1-L2) / (B1-B2)$$

The numerator was the smallest difference between distances before and after preparation. When the result was one (CA = 1), mesiodistal or buccolingual CA was perfect, and the closest it was to zero ($0 \geq CC \leq 0.999$), the poorest the centering ability was.

Statistical analysis

The original transportation and CA values were entered in a Microsoft Office Excel spreadsheet (Microsoft Corporation, Redmond, WA) and later exported to the IBM SPSS 20.0 software (SPSS Inc., Nova York, NY) for statistical analyses. Data were described as median, minimum and maximum values, and compared between files using the Kruskal-Wallis test, and compared between specific points in the root canal using the Friedman test. The Bonferroni correction was used to adjust comparisons. The level of significance was set at 5%.

Results

All files under study had positive median T(MD), that is, all produced mesial transportation (Figure 2). The lowest T(MD) was found for Mtwo[®], ProTaper Next[®], BioRaCe[®], ProTaper Gold[®] and WaveOne Gold systems, and there were no significant differences between them. The greatest T(MD) was found for Reciproc[®], and the result was significantly different from those found for the other systems ($p < 0.05$) (Table 1). However, when the six points

were evaluated, there were no significant differences between systems at 2 mm short of the apex.

The analysis of root canal T(BL) revealed that the median values of all systems under study were positive, that is, transportation occurred in the buccal direction (Figure 3). The lowest T(BL) values were found for the Mtwo[®], BioRaCe[®] and WaveOne Gold[®] systems, with no significant differences between them; the highest T(BL) values were found for the Reciproc[®], ProTaper Gold[®] and ProTaper Next[®] systems, and their differences from the other systems were statistically significant ($p < 0.05$) (Table 1). Although there were no significant differences between files at 2 mm and 3 mm short of the apex and at 2 mm below furcation, the Reciproc[®] system had a greater T(BL) than the other systems at 4 mm short of the apex and at 3 mm below furcation ($p < 0.05$). However, the Reciproc[®] and ProTaper Gold[®] systems had a greater T(BL) than the other systems at 4 mm below furcation, and the difference was significant ($p < 0.05$).

No system under study had median values of CA(MD) equal to one, that is, there was no perfect centering ability (Figure 4). The lowest CA(MD) value was found for the Reciproc[®] system, and the difference from the other systems was statistically significant ($p < 0.05$), whereas the BioRaCe[®] system had the highest values, and the difference between systems was also statistically significant ($p < 0.05$) (Table 2). However, when findings for the six measurement points were compared, no significant differences were found between systems at 2 mm and 3 mm short of the apex and at 2 mm below furcation. The highest CA(MD) value at 4 mm short of the apex was found for the BioRaCe[®] system, and the values were statistically different from those

found for the ProTaper Next[®] and Reciproc[®] systems ($p < 0.05$). The lowest CA(MD) at 3 mm below furcation was found for the Reciproc[®] system, and the difference from the other systems was significant ($p < 0.05$). The WaveOne Gold[®] and Reciproc[®] systems had the lowest CA(MD) values at 4 mm below furcation, and the differences from the other systems were statistically significant ($p < 0.05$).

The analysis of CA(BL) revealed that no system under study had median values equal to one, that is, no system had perfect centering ability (Figure 5). The highest CA(BL) values were found for the BioRaCe[®] and Mtwo[®] systems, and the differences from the other systems were statistically significant ($p < 0.05$) (Table 2). The analysis of CA(BL) values at 2 mm, 3 mm and 4 mm short of the apex and at 2 mm and 3 mm below furcation did not reveal any statistically significant differences between systems. However, the ProTaper Next[®] system had the lowest CA(BL) value at 4 mm below furcation, and this result was statistically different from the value found for Mtwo[®] ($p < 0.05$).

The measurements at the six points before and after root canal preparation revealed the lowest T(MD) was found at 2 mm short of the apex, and this finding was statistically significant ($p < 0.05$) (Table 3); and the lowest T(BL) was found at 2 mm and 3 mm short of the apex, but the differences were not statistically significant (Table 4).

The highest CA(MD) values were found at 4 mm short of the apex, and the highest CA(BL), at 3 mm below furcation, but the differences between systems were not statistically significant (Tables 5 and 6)

Figures 6 and 7 show CBCT axial views of the cervical and apical thirds of the mesiobuccal canals before and after preparation according to the type of NiTi file used.

Discussion

Changes in root canal shape in the cervical and apical thirds were found for all the files under study. The Protaper Next[®], Protaper Gold[®], WaveOne Gold[®], Mtwo[®] and BioRaCe[®] files had the lowest values of mesiodistal transportation. The lowest buccolingual values were found for the WaveOne Gold[®], Mtwo[®] and BioRaCe[®] systems. There were no significant differences in mesiodistal transportation of the files under study at 2 mm short of the apex. The same was found for the buccolingual values at 2 mm and 3 mm short of the apex and at 2 mm below furcation.

Perfect mesiodistal or buccolingual CA was not found for any of the systems under evaluation. The best result was the CA(MD) of the BioRaCe[®] system. The greatest CA(BL) value was found for the BioRaCe[®] and Mtwo[®] systems. CA(MD) at 2 mm and 3 mm short of the apex and at 2 mm below furcation was not significantly different between systems. However, buccolingual findings were not significantly different between systems at 2 mm, 3 mm or 4 mm short of the apex or at 2 mm and 3 mm below furcation.

Transportation and CA were determined using a model previously described by Gambill et al. (1), who used a model of mesiodistal measurements of axial plans from the apex of single-rooted teeth whose curvature was less than 10 degrees. Several studies have adopted this method to evaluate transportation and CA after the preparation of curved root

canals (7, 12, 24).

Our study used mesiobuccal root canals of mandibular molars with a curvature radius greater than 4 mm and shorter than 8 mm (25). Two areas of clinical reference, 2 mm to 4 mm below furcation and 2 mm to 4 mm short of the apex, and two directions, mesiodistal and buccolingual, were analyzed using high resolution CBCT images.

Several studies used different methods to evaluate the preservation of the shape of curved root canals after preparation with stainless steel files or continuous or reciprocating NiTi files: artificial canals (26), scanning electronic microscopy (20), periapical radiographs of human teeth (10, 14, 19, 27), micro-computed tomography (8, 13, 15, 16, 21, 22, 28-30), and CBCT (1, 7, 12, 23, 24).

CBCT, a non-destructive procedure, may be a potential method for an accurate evaluation of root canal geometry because of the different plans used for three-dimensional analysis and the axial views, which avoid the superimposition of structures (1, 23, 25).

This study found that there were both mesiodistal and buccolingual changes in the shape of the root canal (Figures 2 and 3). The morphological buccolingual changes after the preparation of curved root canals may be accurately evaluated using CBCT images. The major morphological changes were mesiodistal.

The results found for the ProTaper Next[®], ProTaper Gold[®], WaveOne Gold[®], Mtwo[®], BioRaCe[®] and Reciproc[®] files in the analysis of transportation and centering ability after the preparation of curved root canals are in agreement with previous studies, which concluded that they preserved the

shape of root canals (13, 15, 19, 27). Several studies found that the results of shape preservation after root canal preparation were often favorable for new endodontic files, but their methods, measurement points along the root thirds and the amount of enlargement that they used were different from each other (10, 20, 22). In this study, root canals were prepared using of the following diameters and tapers: 40/.04, 40/.06 and 45/.05. The discussion about how much a root canal should be enlarged remains to be investigated in future studies. WU et al. (31) found that canal preparation depends on the morphology and thickness of the root canal walls, as well as on the taper of the file selected. At the same time, other studies reported that not all the walls are touched by the files during root canal preparation (3, 23, 31-33). In this study, the apex was enlarged using files whose diameter was larger than 350 μm , and, therefore, it was possible to compare the performance of files whose diameter and taper were larger in curved root canals. Moreover, these files act on a larger area of the root canal walls, which facilitates the penetration of the irrigation tip and, consequently, the action of antimicrobials. Despite the amount of enlargement, the files used for root canal preparation had satisfactory transportation and CA results (Figures 2, 3, 4 and 5). An earlier study (34) found that there were no significant differences in transportation and CA after 35/.02 and 50/.02 RaCe[®] files were used for root canal preparation.

The files under evaluation in this study were selected according to their morphological characteristics, mechanical properties, chemical composition and capacity of preserving the original shape of curved root canals because of their flexibility (3, 7-11). The endodontic files included in this study have

different cross-sections, diameters, tapers, types of alloy and tip designs (8, 10, 13, 14, 19). The comparison of the ProTaper files (ProTaper Universal[®], ProTaper Next[®] and ProTaper Gold[®]) to each other revealed that the ProTaper Gold[®] files, because of the technology used for their manufacture and thermal treatment, had better cyclic fatigue and flexibility and produced less apical transportation than the ProTaper Universal[®] and ProTaper Next[®] files (13). Mtwo[®] files are manufactured using the conventional nickel-titanium alloy. BioRaCe[®] files, when used to prepare curved root canals, do not change the original root canal anatomy because of their triangular cross section, associated with their flexibility, and their alternating cutting edges, which avoid self-threading (14, 34). The angle of the taper of Reciproc[®] and WaveOne[®] files is high in their apical 3 mm (D0 - D3) (10, 14, 18). In addition to their cross-sectional design, another important characteristic is a result of the use of the m-wire alloy, responsible for their greater flexibility (10, 12, 17).

Method variations between studies, particularly the amount of apical enlargement, evaluation criteria and evaluation tools justify the differences found. However, there seems to be a consensus about the fact that the use of NiTi rotary files results in low apical transportation and good centering during root canal preparation.

Bürklein et al. (19) evaluated the shaping effectiveness of rotary files with a diameter of 400 µm (ProTaper Universal[®], ProTaper Next[®], BT-RaCe[®] and Mtwo[®]) used to prepare severely curved root canals. The files were safe and preserved root canal curvature. Garcia et al. (27) used periapical radiographs to evaluate transportation of ProFile[®] and RaCe[®] files in the preparation of mandibular molar canals. The size (diameter and taper) of the

files used for apical enlargement was 40/.04. They did not find any significant differences in apical transportation. Yang et al. (15) compared the geometry of root canals prepared with ProTaper Universal[®] and Mtwo[®] files. Both files preserved canal geometry during preparation. Gagliardi et al. (13) used micro-computed tomography imaging to evaluate transportation and CA in curved root canals of mandibular molars prepared with ProTaper Gold[®], ProTaper Next[®] and ProTaper Universal[®] files. Apical enlargement corresponded to 250 µm files. ProTaper Gold[®] and ProTaper Next[®] files produced less transportation and had better CA than the ProTaper Universal[®] files.

Reciprocating rotary files also had satisfactory transportation and CA results in the preparation of curved root canals at the different points evaluated (cervical and apical thirds). Capar et al. (12) used CBCT to compare the effects of OneShape[®], ProTaper Universal[®], ProTaper Next[®], Reciproc[®] R25, Twisted File Adaptive[®] and WaveOne[®] Primary files on transportation and CA when used to prepare curved canals. All files had similar transportation and CA. Carvalho et al. (7) evaluated apical transportation and CA of the reciprocating system Reciproc[®] associated with different glide path techniques. Root canals prepared using a glide path technique had minimal apical transportation, and the Reciproc[®] system had good CA in the preparation of root canals. Saber et al. (14) compared the shaping ability of the WaveOne[®] Primary, Reciproc[®] R25 and OneShape[®] systems in the preparation of severely curved root canals of extracted human molars. All systems were safe. WaveOne[®] Primary and Reciproc[®] R25 files were more efficient in preserving the original canal curvature. Bürklein et al. (10) used periapical radiographs to compare Mtwo[®] 30/.05, ProTaper Universal[®] F3,

Reciproc[®] R25 and WaveOne[®] Primary files used to shape curved root canals of extracted teeth. All systems preserved the original root canal curvature and were safe to use. Amaral et al. (22) used micro-computed tomography to evaluate transportation and CA in root canals prepared with WaveOne[®] Primary files alone or together with previous apical and cervical enlargement. The association with previous cervical or apical enlargement resulted in a reduction of transportation and in better CA than the use of WaveOne[®] files alone.

Our study found that the preparation of curved root canals using continuous (ProTaper Next[®], ProTaper Gold[®], Mtwo[®] and BioRaCe[®]) or reciprocating NiTi files (WaveOne[®] Gold and Reciproc[®]) had low apical transportation and satisfactory CA in the preparation of curved root canals. The maintenance of the apical limit during instrumentation in rotary and reciprocating modes was also evaluated previously (35). Seventy-two human uniradicular mandibular premolars were prepared with #F4 ProTaper and #R40 Reciproc instruments. The results show that the devices were able to control the apical limit of the instrumentation independent of the kinematics and working length applied. Another relevant finding of our study was the degree of mesiodistal and buccolingual enlargement of curved root canals with a curvature radius greater than 4 mm and shorter than 8 mm, which was indicative of satisfactory shaping, both in the cervical and apical thirds.

Contemporary endodontics has developed good standards for shaping with the new NiTi rotary systems, which has directly affected the quality of obturations and, therefore, the success and survival of root canal treatments. However, the challenge and enigma of biofilm destruction in areas that the

files and the antimicrobials do not reach remain as problems to be further investigated.

In summary, all the continuous and reciprocating files produced root canal transportation, and no file had perfect CA. The greatest mesiodistal transportation was found for the Reciproc[®] system, and buccolingual transportation, for the Reciproc[®], ProTaper Gold[®] and ProTaper Next[®] systems. The BioRaCe[®] system had the best mesiodistal CA, and the BioRaCe[®] and Mtwo[®] had similar buccolingual CA. The lowest mesiodistal transportation was found at 2 mm short of the apex. The best mesiodistal CA was found at 4 mm short of the apex, and the best buccolingual CA, at 3 mm below furcation.

References

1. Gambill JM, Alder M, Del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod* 1996;22:369-75.
2. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Amer* 1974;8:269-96.
3. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 2004;30:559-67.
4. Alencar AHG, Dummer PMH, Oliveira HCM, Pécora JD, Estrela C. Procedural errors during root canal preparation using rotary NiTi instruments detected by periapical radiography and cone beam computed tomography. *Braz Dent J* 2010;21:543-9.
5. Estrela C, Holland R, Estrela CRA, Alencar AHG, Sousa-Neto MD, Pécora JD. Characterization of successful root canal treatment. *Braz Dent J* 2014;25:3-11.
6. Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod* 1995;21:173-6.

7. Carvalho GM, Sponchiado-Júnior EC, Garrido ADB, Lia RCC, Garcia LFR, Marques AAF. Apical transportation, centering ability, and cleaning effectiveness of reciprocating single-file system associated with different glide path techniques. *J Endod* 2015;41:2045-9.
8. Gergi R, Osta N, Bourbouze G, Zgheib C, Arbab-Chirani R, Naaman A. Effects of three nickel titanium instrument systems on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 2015;48:162-70.
9. Pagliosa A, Sousa-Neto MD, Versiani MA, Raucci-Neto W, Silva-Sousa YTC, Alfredo E. Computed tomography evaluation of rotary systems on the root canal transportation and centering ability. *Braz Oral Res* 2015; 29:1-7.
10. Bürklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schafer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J* 2012;45:449-61.
11. Thompson AS. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J* 2000;33:297-310.
12. Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas ET. Comparative Study of Different Novel Nickel-Titanium Rotary Systems for Root Canal Preparation in Severely Curved Root Canals. *J Endod* 2014;40:852-6.
13. Gagliardi J, Versiani MA, Sousa-Neto MD, Plazas-Garzon A, Basrani B. Evaluation of the shaping characteristics of ProTaper Gold, ProTaper Next, and ProTaper Universal in curved canals. *J Endod* 2015; 41: 1718-24.
14. Saber SEDM, Nagy MM, Schafer E. Comparative evaluation of the shaping ability of WaveOne, Reciproc and OneShape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2015;48: 109-14.
15. Yang G, Yuan G, Yun X, Zbou X, Liu, B, Wu H. Effects of two nickel-titanium instrument systems, Mtwo versus ProTaper Universal, on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod* 2011;37:1412-6.
16. Pasqualini D, Alovisi M, Cemenasco A, Mancini L, Paolino DS, Bianchi CC, Roggia A, Scotti N, Berutti E. Micro-computed tomography evaluation of ProTaper Next and BioRaCe shaping outcomes in maxillary first molar curved canals. *J Endod* 2015;41:1706-10.

17. Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Gambarini G, Rapisarda E. Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2013;39:258-61.
18. Yared GM. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J* 2008;41:339-44.
19. Bürklein S, Mathey D, Schäfer E. Shaping ability of ProTaper Next and BT-RaCe nickel-titanium instruments in severely curved root canals. *Int Endod J* 2015;48:775-81.
20. Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2004;37:239-48.
21. Peters OA, Arias A, Paqué F. A micro-computed tomography assessment of root canal preparation with a novel instrument, TRUShape, in mesial roots of mandibular molars. *J Endod* 2015;41:1545-50.
22. Amaral ROJF, Leonardi DP, Gabardo MCL, Coelho BS, Oliveira KV, Baratto-Filho F. Influence of cervical and apical enlargement associated with the WaveOne system on the transportation and centralization of endodontic preparations. *J Endod* 2016;42:626-31.
23. Peters OA, Laib A, Gohring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod* 2001;27:1-6.
24. Gergi R, Rjeily JA, Sader J, Naaman, A. Comparison of canal transportation and centering ability of Twisted Files, Pathfile-ProTaper system, and stainless steel hand K-files by using computed tomography. *J Endod* 2010;36: 904-7.
25. Estrela C, Bueno MR, Sousa-Neto MD, Pécora JD. Method for determination of root curvature radius using cone-beam computed tomography images. *Braz Dent J* 2008;19:114-8.
26. Liu W, Wu B. Root canal surface strain and canal center transportation induced by 3 different nickel-titanium rotary instruments systems. *J Endod* 2016;42:299-303.

27. Garcia M, Duran-Sindreu F, Mercadé M, Bueno R, Roig M. A comparison of apical transportation between ProFile and RaCe rotary instruments. *J Endod* 2012;38:990-2.
28. Stern S, Patel S, Foschi F, Sherriff M, Mannocci F. Changes in centering and shaping ability using three nickel-titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 2012;45:514-23.
29. Gergi R, Arbab-Chirani R, Osta N, Naaman A. Micro-computed tomographic evaluation of canal transportation instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium instruments. *J Endod* 2014;40:1223-7.
30. Junaid A, Freire LG, Bueno CES, Mello I, Cunha RS. Influence of single-file endodontics on apical transportation in curved root canals: an ex vivo micro-computed tomography study. *J Endod* 2014;40:717-20.
31. Wu MK, Roris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 2000;89:739-43.
32. Wu MK, Barkis D, Roris A, Wesselink PR. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? *Int Endod J* 2002;35:264-7.
33. Pécora JD, Capelli A, Guerisoli DMZ, Spanó JCE, Estrela C. Influence of cervical preflaring on apical file size determination. *Int Endod J* 2005;38:430-5.
34. Pasternak-Júnior B, Souza-Neto MD, Silva RG. Canal transportation and centering ability of RaCe rotary instruments. *Int Endod J* 2009;42:499-506.
35. Vasconcelos BC, Frota LMA, Souza TA, Bernardes RA, Duarte MAH. Evaluation of the maintenance of the apical limit during instrumentation with hybrid equipment in rotary and reciprocating modes. *J Endod* 2015;41:682-5.

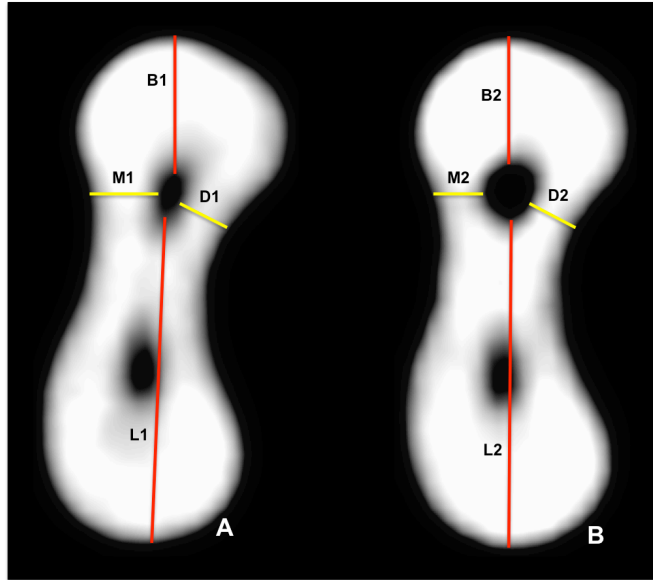


Figure 1. Cone-beam computed tomography scan (axial view) of mesial root of mandibular molar at 3 mm short of apex, point for measurement of mesiodistal and buccolingual distances to determine root canal transportation: (A) before root canal preparation; (B) after root canal preparation.

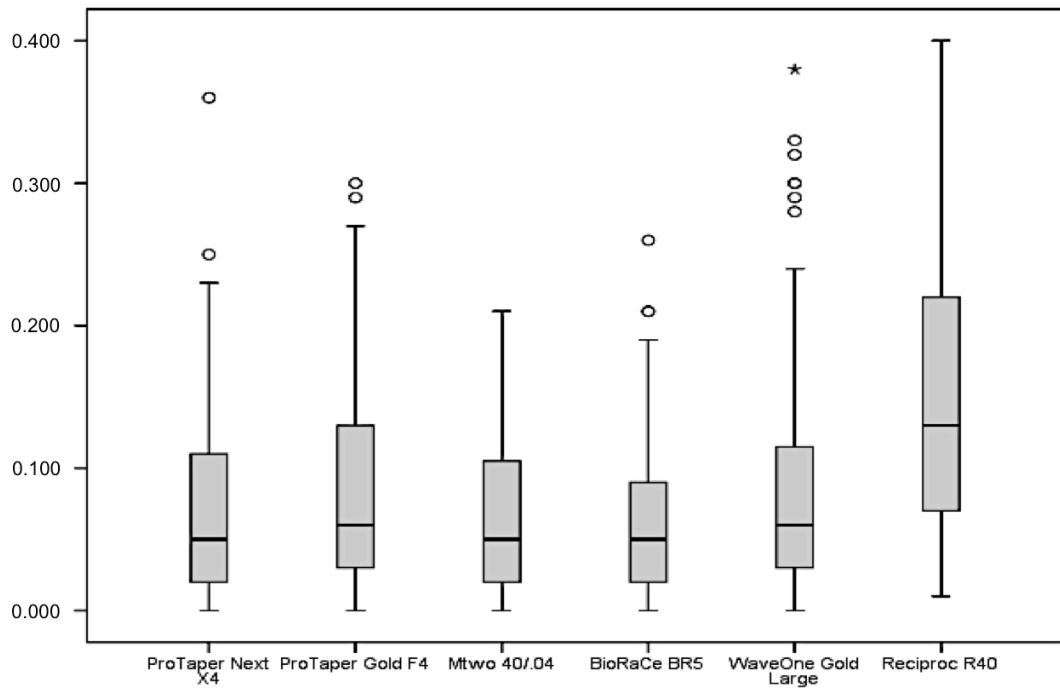


Figure 2. Mesiodistal root canal transportation (mm).

Table 1. Median, minimum and maximum values of T(MD) and T(BL) (mm).

FILES		T(MD)	T(BL)
ProTaper Next®	Median	0,050 ^a	0,060 ^{b, c}
	Minimum	0,000	0,000
	Maximum	0,360	0,430
ProTaper Gold®	Median	0,060 ^a	0,080 ^{b, c}
	Minimum	0,000	0,000
	Maximum	0,300	0,260
Mtwo®	Median	0,050 ^a	0,040 ^a
	Minimum	0,000	0,000
	Maximum	0,210	0,150
BioRaCe®	Median	0,050 ^a	0,050 ^{a, b}
	Minimum	0,000	0,000
	Maximum	0,260	0,170
WaveOne Gold®	Median	0,060 ^a	0,050 ^{a, b}
	Minimum	0,000	0,010
	Maximum	0,380	0,170
Reciproc®	Median	0,130 ^b	0,090 ^c
	Minimum	0,010	0,010
	Maximum	0,400	0,280

*In each column, medians with a common superscript letter are not statistically different ($p < 0,05$).

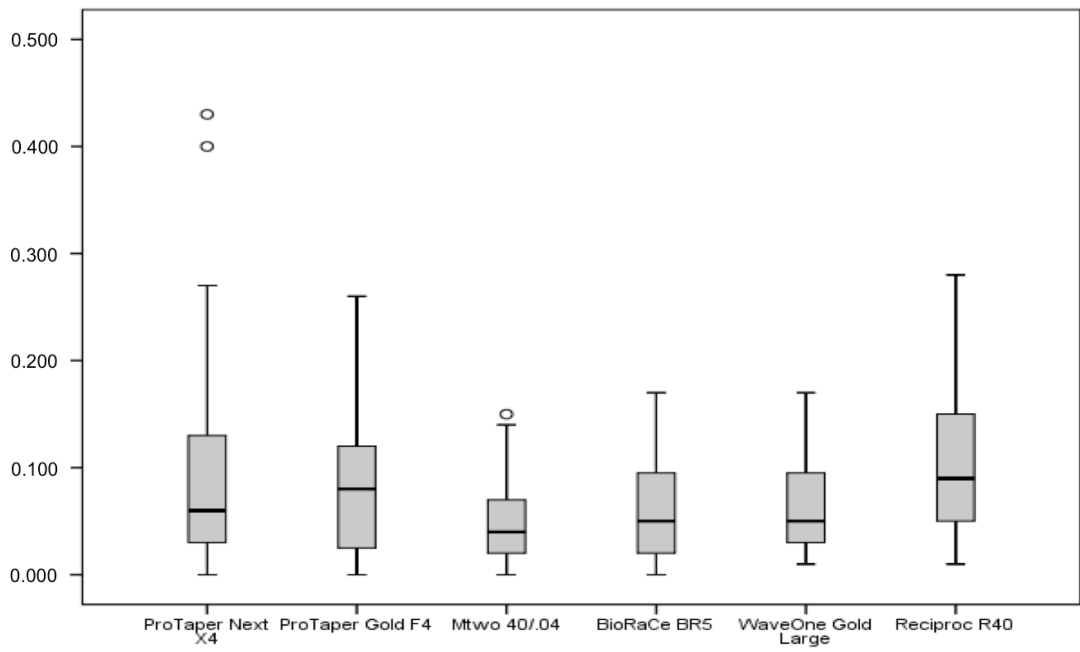


Figure 3. Buccolingual root canal transportation (mm).

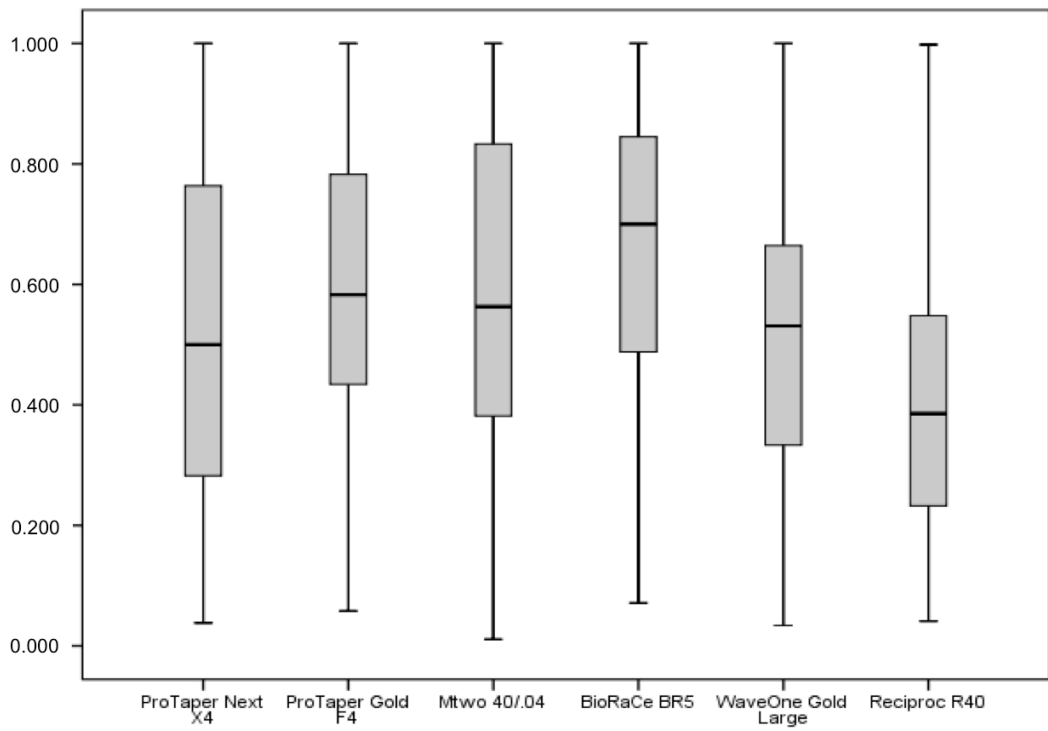


Figure 4. Mesiodistal centering ability of root canal preparation.

Table 2. Median, minimum and maximum values of CA(MD) and CA(BL).

FILES		CA(MD)	CA(BL)
ProTaper Next®	Median	0,500 ^b	0,418 ^b
	Minimum	0,038	0,022
	Maximum	1,000	1,000
ProTaper Gold®	Median	0,583 ^b	0,413 ^b
	Minimum	0,000	0,052
	Maximum	0,300	1,000
Mtwo®	Median	0,563 ^b	0,600 ^a
	Minimum	0,011	0,055
	Maximum	1,000	1,000
BioRaCe®	Median	0,700 ^a	0,666 ^a
	Minimum	0,071	0,009
	Maximum	1,000	1,000
WaveOne Gold®	Median	0,531 ^b	0,436 ^b
	Minimum	0,034	0,066
	Maximum	1,000	0,888
Reciproc®	Median	0,386 ^c	0,400 ^b
	Minimum	0,041	0,027
	Maximum	0,998	0,998

* In each column, medians with a common superscript letter are not statistically different (p<0,05).

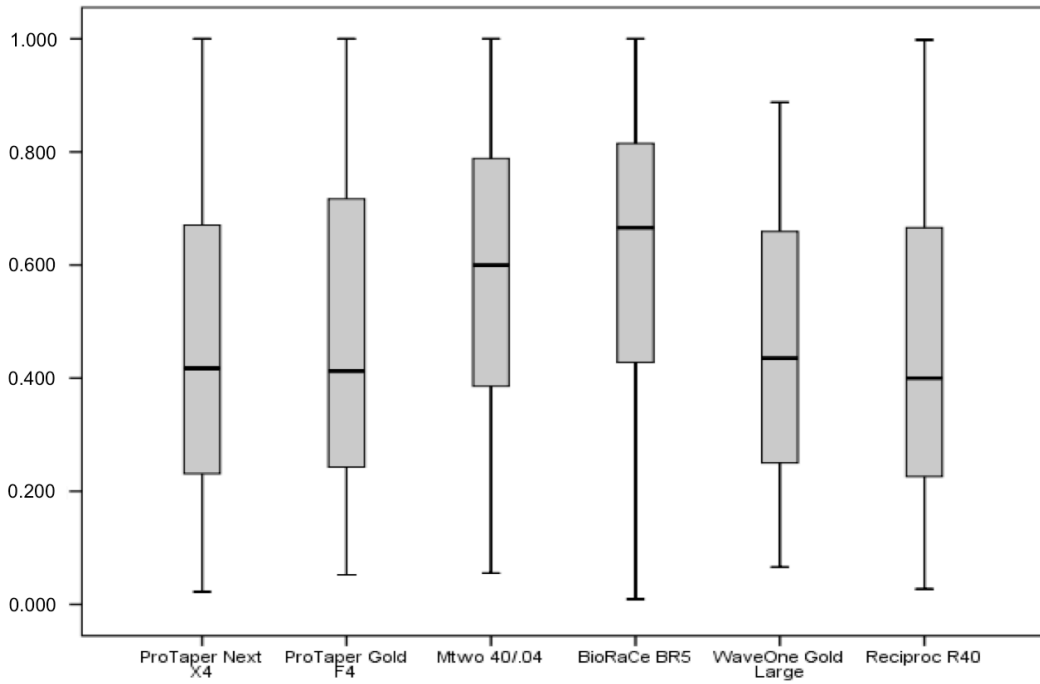


Figure 5. Buccolingual centering ability of root canal preparation.

Table 3. Median, minimum and maximum values of T(MD) at diferente points in root canal (mm).

	2mm short of apex	3 mm short of apex	4 mm short of apex	2 mm below furcation	3 mm below furcation	4 mm below furcation
Median	0,030 ^a	0,055 ^b	0,055 ^b	0,075 ^d	0,100 ^c	0,130 ^c
Minimum	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maximum	0,140	0,190	0,290	0,270	0,400	0,390

*In each column, medians with a common superscript letter are not statistically different (p<0,05).

Table 4. Median, minimum and maximum values of T(BL) at diferente points in root canal (mm).

	2 mm short of apex	3 mm short of apex	4 mm short of apex	2 mm below furcation	3 mm below furcation	4 mm below furcation
Median	0,050 ^a	0,050 ^a	0,070 ^a	0,070 ^a	0,060 ^a	0,060 ^a
Minimum	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maximum	0,220	0,220	0,430	0,210	0,270	0,270

* In each column, medians with a common superscript letter are not statistically different (p<0,05).

Table 5. Median, minimum and maximum values of CA(MD) at diferente points in root canal.

	2 mm short of apex	3 mm short of apex	4 mm short of apex	2 mm below furcation	3 mm below furcation	4 mm below furcation
Median	0,554 ^a	0,500 ^a	0,571 ^a	0,548 ^a	0,500 ^a	0,448 ^a
Minimum	0,011	0,041	0,045	0,034	0,052	0,048
Maximum	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

* In each column, medians with a common superscript letter are not statistically different (p<0,05).

Table 6. Median, minimum and maximum values of CA(BL) at diferente points in root canal.

	2 mm short of apex	3 mm short of apex	4 mm short of apex	2 mm below furcation	3 mm below furcation	4 mm below furcation
Median	0,500 ^a	0,500 ^a	0,500 ^a	0,500 ^a	0,570 ^a	0,547 ^a
Minimum	0,027	0,026	0,022	0,025	0,009	0,040
Maximum	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

* In each column, medians with a common superscript letter are not statistically different (p<0,05).

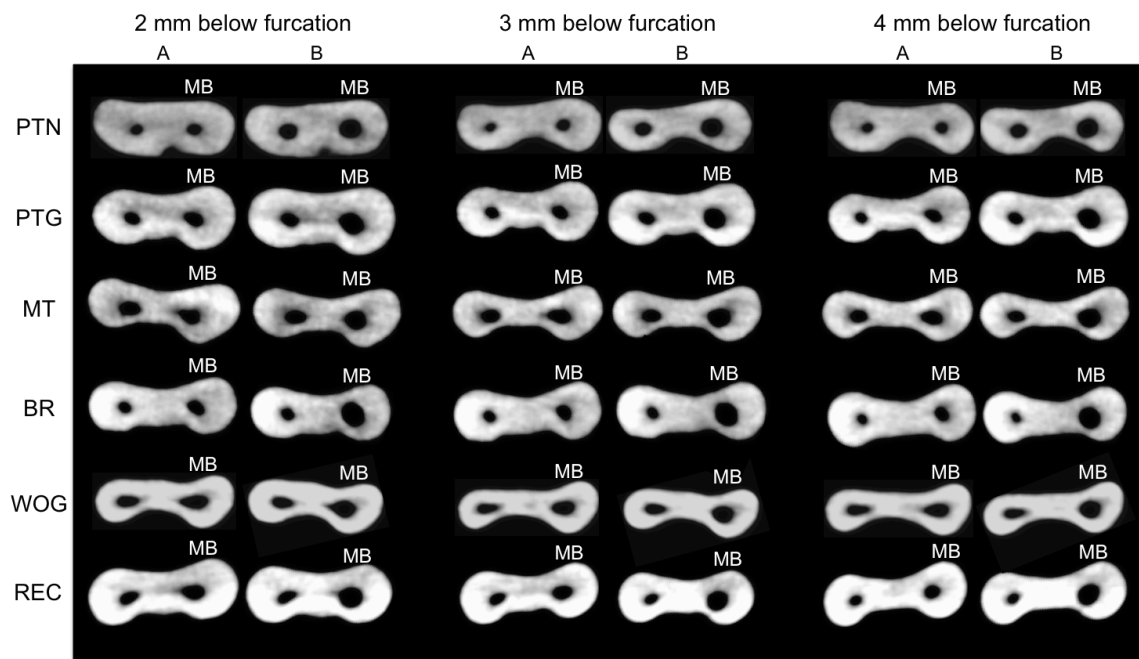


Figure 6. Cone-beam computed tomography scan (axial view) of cervical third of mesiobuccal root canals. A- before preparation. B- after preparation. PTN - ProTaper Next®; PTG - ProTaper Gold®; MT - Mtwo®; BR - BioRaCe®; WOG - WaveOne Gold®; REC - Reciproc®; MB - mesiobuccal canal.

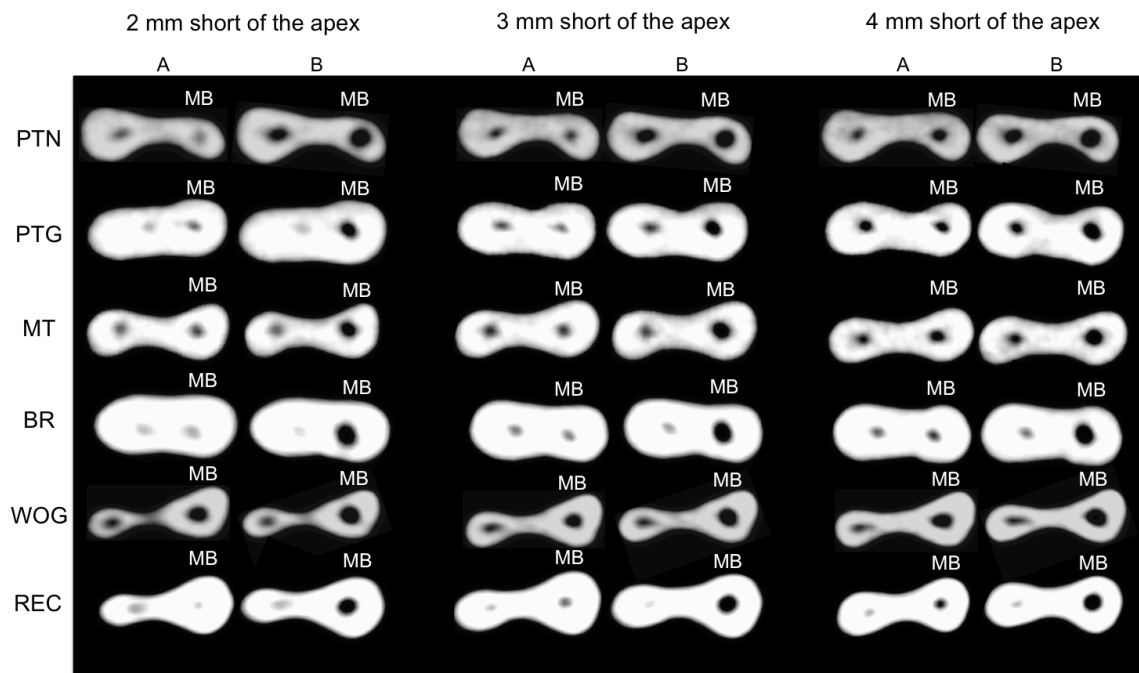


Figure 7. Cone-beam computed tomography scan (axial view) of apical third of mesiobuccal root canals. A- before preparation. B- after preparation. PTN - ProTaper Next®; PTG - ProTaper Gold®; MT - Mtwo®; BR - BioRaCe®; WOG - WaveOne Gold®; REC - Reciproc®; MB - mesiobuccal canal.

ANEXO 3 – Normas de publicação do respectivo periódico



Home > Publications and Research > Journal of Endodontics > Authors and Reviewers > Guidelines for Publishing Papers in the JOE

Guidelines for Publishing Papers in the JOE

Writing an effective article is a challenging assignment. The following guidelines are provided to assist authors in submitting manuscripts.

The JOE publishes original and review articles related to the scientific and applied aspects of endodontics. Moreover, the JOE has a diverse readership that includes full-time clinicians, full-time academicians, residents, students and scientists. Effective communication with this diverse readership requires careful attention to writing style.

General Points on Composition

Organization of Original Research Manuscripts

Manuscripts Category Classifications and Requirements

Available Resources

1. General Points on Composition

1. Authors are strongly encouraged to analyze their final draft with both software (e.g., spelling and grammar programs) and colleagues who have expertise in English grammar. References listed at the end of this section provide a more extensive review of rules of English grammar and guidelines for writing a scientific article. Always remember that clarity is the most important feature of scientific writing. Scientific articles must be clear and precise in their content and concise in their delivery since their purpose is to inform the reader. The Editor reserves the right to edit all manuscripts or to reject those manuscripts that lack clarity or precision, or have unacceptable grammar or syntax. The following list represents common errors in manuscripts submitted to the JOE:
2. The paragraph is the ideal unit of organization. Paragraphs typically start with an introductory sentence that is followed by sentences that describe additional detail or examples. The last sentence of the paragraph provides conclusions and forms a transition to the next paragraph. Common problems include one-sentence paragraphs, sentences that do not develop the theme of the paragraph (see also section "c" below), or sentences with little to no transition within a paragraph.
3. Keep to the point. The subject of the sentence should support the subject of the paragraph. For example, the introduction of authors' names in a sentence changes the subject and lengthens the text. In a paragraph on sodium hypochlorite, the sentence, "In 1983, Langeland et al., reported that sodium hypochlorite acts as a lubricating factor during instrumentation and helps to flush debris from the root canals" can be edited to: "Sodium hypochlorite acts as a lubricant during instrumentation and as a vehicle for flushing the generated debris (Langeland et al., 1983)." In this example, the paragraph's subject is sodium hypochlorite and sentences should focus on this subject.
4. Sentences are stronger when written in the active voice, *i.e.*, the subject performs the action. Passive sentences are identified by the use of passive verbs such as "was," "were," "could," etc. For example: "Dexamethasone was found in this study to be a factor that was associated with reduced inflammation," can be edited to: "Our results demonstrated that dexamethasone reduced inflammation." Sentences written in a direct and active voice are generally more powerful and shorter than sentences written in the passive voice.
5. Reduce verbiage. Short sentences are easier to understand. The inclusion of unnecessary words is often associated with the use of a passive voice, a lack of focus or run-on sentences. This is not to imply that all sentences need be short or even the same length. Indeed, variation in sentence structure and length often helps to maintain reader interest. However, make all words count. A more formal way of stating this point is that the use of subordinate clauses adds variety and information when constructing a paragraph. (This section was written deliberately with sentences of varying length to illustrate this point.)
6. Use parallel construction to express related ideas. For example, the sentence, "Formerly, endodontics was taught by hand instrumentation, while now rotary instrumentation is the common method," can be edited to "Formerly, endodontics was taught using hand instrumentation; now it is commonly taught using rotary instrumentation." The use of parallel construction in sentences simply means that similar ideas are expressed in similar ways, and this helps the reader recognize that the ideas are related.
7. Keep modifying phrases close to the word that they modify. This is a common problem in complex sentences that may confuse the reader. For example, the statement, "Accordingly, when conclusions are drawn from the results of this study, caution must be used," can be edited to "Caution must be used when conclusions are drawn from the results of this study."

8. To summarize these points, effective sentences are clear and precise, and often are short, simple and focused on one key point that supports the paragraph's theme.
9. Authors should be aware that the JOE uses iThenticate, plagiarism detection software, to assure originality and integrity of material published in the Journal. The use of copied sentences, even when present within quotation marks, is highly discouraged. Instead, the information of the original research should be expressed by new manuscript author's own words, and a proper citation given at the end of the sentence. Plagiarism will not be tolerated and manuscripts will be rejected, or papers withdrawn after publication based on unethical actions by the authors. In addition, authors may be sanctioned for future publication.

2. Organization of Original Research Manuscripts

Please Note: All abstracts should be organized into sections that start with a one-word title (in bold), i.e., *Introduction, Methods, Results, Conclusions, etc.*, and should not exceed more than 250 words in length.

1. **Title Page:** The title should describe the major emphasis of the paper. It should be as short as possible without loss of clarity. Remember that the title is your advertising billboard—it represents your major opportunity to solicit readers to spend the time to read your paper. It is best not to use abbreviations in the title since this may lead to imprecise coding by electronic citation programs such as PubMed (e.g., use "sodium hypochlorite" rather than NaOCl). The author list must conform to published standards on authorship (see authorship criteria in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals at www.icmje.org). The manuscript title, name and address (including email) of one author designated as the corresponding author. This author will be responsible for editing proofs and ordering reprints when applicable. The contribution of each author should also be highlighted in the cover letter.
2. **Abstract:** The abstract should concisely describe the purpose of the study, the hypothesis, methods, major findings and conclusions. The abstract should describe the new contributions made by this study. The word limitations (250 words) and the wide distribution of the abstract (e.g., PubMed) make this section challenging to write clearly. This section often is written last by many authors since they can draw on the rest of the manuscript. Write the abstract in past tense since the study has been completed. Three to ten keywords should be listed below the abstract.
3. **Introduction:** The introduction should briefly review the pertinent literature in order to identify the gap in knowledge that the study is intended to address and the limitations of previous studies in the area. The purpose of the study, the tested hypothesis and its scope should be clearly described. Authors should realize that this section of the paper is their primary opportunity to establish communication with the diverse readership of the JOE. Readers who are not expert in the topic of the manuscript are likely to skip the paper if the introduction fails to succinctly summarize the gap in knowledge that the study addresses. It is important to note that many successful manuscripts require no more than a few paragraphs to accomplish these goals. Therefore, authors should refrain from performing extensive review of the literature, and discussing the results of the study in this section.
4. **Materials and Methods:** The objective of the materials and methods section is to permit other investigators to repeat your experiments. The four components to this section are the detailed description of the materials used and their components, the experimental design, the procedures employed, and the statistical tests used to analyze the results. The vast majority of manuscripts should cite prior studies using similar methods and succinctly describe the essential aspects used in the present study. Thus, the reader should still be able to understand the method used in the experimental approach and concentration of the main reagents (e.g., antibodies, drugs, etc.) even when citing a previously published method. The inclusion of a "methods figure" will be rejected unless the procedure is novel and requires an illustration for comprehension. If the method is novel, then the authors should carefully describe the method and include validation experiments. If the study utilized a **commercial product**, the manuscript must state that they either followed manufacturer's protocol or specify any changes made to the protocol. If the study used an **in vitro model** to simulate a clinical outcome, the authors must describe experiments made to validate the model, or previous literature that proved the clinical relevance of the model. Studies on **humans** must conform to the Helsinki Declaration of 1975 and state that the institutional IRB/equivalent committee(s) approved the protocol and that informed consent was obtained after the risks and benefits of participation were described to the subjects or patients recruited. Studies involving **animals** must state that the institutional animal care and use committee approved the protocol. The statistical analysis section should describe which tests were used to analyze which dependent measures; p-values should be specified. Additional details may include randomization scheme, stratification (if any), power analysis as a basis for sample size computation, drop-outs from clinical trials, the effects of important confounding variables, and bivariate versus multivariate analysis.
5. **Results:** Only experimental results are appropriate in this section (i.e., neither methods, discussion, nor conclusions should be in this section). Include only those data that are critical for the study, as defined by the aim(s). Do not include all available data without justification; any repetitive findings will be rejected from publication. **All Figures, Charts and Tables** should be described in their order of numbering with a brief description of the major findings. Author may consider the use of supplemental figures, tables or video clips that will be published online. Supplemental material is often used to provide additional information or control experiments that support the results section (e.g., microarray data).
6. **Figures:** There are two general types of figures. The first type of figures includes photographs, radiographs or micrographs. Include only essential figures, and even if essential, the use of composite figures containing several panels of photographs is encouraged. For example, most photo-, radio- or micrographs take up one column-width, or about 185 mm wide X 185 mm tall. If instead, you construct a two columns-width figure (i.e., about 175 mm wide X 125 mm high when published in the JOE), you

8. To summarize these points, effective sentences are clear and precise, and often are short, simple and focused on one key point that supports the paragraph's theme.
9. Authors should be aware that the JOE uses iThenticate, plagiarism detection software, to assure originality and integrity of material published in the Journal. The use of copied sentences, even when present within quotation marks, is highly discouraged. Instead, the information of the original research should be expressed by new manuscript author's own words, and a proper citation given at the end of the sentence. Plagiarism will not be tolerated and manuscripts will be rejected, or papers withdrawn after publication based on unethical actions by the authors. In addition, authors may be sanctioned for future publication.

2. Organization of Original Research Manuscripts

Please Note: All abstracts should be organized into sections that start with a one-word title (in bold), i.e., *Introduction, Methods, Results, Conclusions, etc.*, and should not exceed more than 250 words in length.

1. **Title Page:** The title should describe the major emphasis of the paper. It should be as short as possible without loss of clarity. Remember that the title is your advertising billboard—it represents your major opportunity to solicit readers to spend the time to read your paper. It is best not to use abbreviations in the title since this may lead to imprecise coding by electronic citation programs such as PubMed (e.g., use "sodium hypochlorite" rather than NaOCl). The author list must conform to published standards on authorship (see authorship criteria in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals at www.icmje.org). The manuscript title, name and address (including email) of one author designated as the corresponding author. This author will be responsible for editing proofs and ordering reprints when applicable. The contribution of each author should also be highlighted in the cover letter.
2. **Abstract:** The abstract should concisely describe the purpose of the study, the hypothesis, methods, major findings and conclusions. The abstract should describe the new contributions made by this study. The word limitations (250 words) and the wide distribution of the abstract (e.g., PubMed) make this section challenging to write clearly. This section often is written last by many authors since they can draw on the rest of the manuscript. Write the abstract in past tense since the study has been completed. Three to ten keywords should be listed below the abstract.
3. **Introduction:** The introduction should briefly review the pertinent literature in order to identify the gap in knowledge that the study is intended to address and the limitations of previous studies in the area. The purpose of the study, the tested hypothesis and its scope should be clearly described. Authors should realize that this section of the paper is their primary opportunity to establish communication with the diverse readership of the JOE. Readers who are not expert in the topic of the manuscript are likely to skip the paper if the introduction fails to succinctly summarize the gap in knowledge that the study addresses. It is important to note that many successful manuscripts require no more than a few paragraphs to accomplish these goals. Therefore, authors should refrain from performing extensive review of the literature, and discussing the results of the study in this section.
4. **Materials and Methods:** The objective of the materials and methods section is to permit other investigators to repeat your experiments. The four components to this section are the detailed description of the materials used and their components, the experimental design, the procedures employed, and the statistical tests used to analyze the results. The vast majority of manuscripts should cite prior studies using similar methods and succinctly describe the essential aspects used in the present study. Thus, the reader should still be able to understand the method used in the experimental approach and concentration of the main reagents (e.g., antibodies, drugs, etc.) even when citing a previously published method. The inclusion of a "methods figure" will be rejected unless the procedure is novel and requires an illustration for comprehension. If the method is novel, then the authors should carefully describe the method and include validation experiments. If the study utilized a **commercial product**, the manuscript must state that they either followed manufacturer's protocol or specify any changes made to the protocol. If the study used an **in vitro model** to simulate a clinical outcome, the authors must describe experiments made to validate the model, or previous literature that proved the clinical relevance of the model. Studies on **humans** must conform to the Helsinki Declaration of 1975 and state that the institutional IRB/equivalent committee(s) approved the protocol and that informed consent was obtained after the risks and benefits of participation were described to the subjects or patients recruited. Studies involving **animals** must state that the institutional animal care and use committee approved the protocol. The statistical analysis section should describe which tests were used to analyze which dependent measures; p-values should be specified. Additional details may include randomization scheme, stratification (if any), power analysis as a basis for sample size computation, drop-outs from clinical trials, the effects of important confounding variables, and bivariate versus multivariate analysis.
5. **Results:** Only experimental results are appropriate in this section (i.e., neither methods, discussion, nor conclusions should be in this section). Include only those data that are critical for the study, as defined by the aim(s). Do not include all available data without justification; any repetitive findings will be rejected from publication. **All Figures, Charts and Tables** should be described in their order of numbering with a brief description of the major findings. Author may consider the use of supplemental figures, tables or video clips that will be published online. Supplemental material is often used to provide additional information or control experiments that support the results section (e.g., microarray data).
6. **Figures:** There are two general types of figures. The first type of figures includes photographs, radiographs or micrographs. Include only essential figures, and even if essential, the use of composite figures containing several panels of photographs is encouraged. For example, most photo-, radio- or micrographs take up one column-width, or about 185 mm wide X 185 mm tall. If instead, you construct a two columns-width figure (i.e., about 175 mm wide X 125 mm high when published in the JOE), you

would be able to place about 12 panels of photomicrographs (or radiographs, etc.) as an array of four columns across and three rows down (with each panel about 40 X 40 mm). This will require some editing to emphasize the most important feature of each photomicrograph, but it greatly increases the total number of illustrations that you can present in your paper. Remember that each panel must be clearly identified with a letter (e.g., "A," "B," etc.), in order for the reader to understand each individual panel. Several nice examples of composite figures are seen in recent articles by Jeger et al (J Endod 2012;38:884–888); Olivieri et al., (J Endod 2012;38:1007–1011); Tsai et al (J Endod 2012;38:965–970). Please note that color figures may be published at no cost to the authors and authors are encouraged to use color to enhance the value of the illustration. Please note that a multipanel, composite figure only counts as one figure when considering the total number of figures in a manuscript (see section 3, below, for maximum number of allowable figures).

The second type of figures are graphs (i.e., line drawings including bar graphs) that plot a dependent measure (on the Y axis) as a function of an independent measure (usually plotted on the X axis). Examples include a graph depicting pain scores over time, etc. Graphs should be used when the overall trend of the results are more important than the exact numerical values of the results. For example, a graph is a convenient way of reporting that an ibuprofen-treated group reported less pain than a placebo group over the first 24 hours, but was the same as the placebo group for the next 96 hours. In this case, the trend of the results is the primary finding; the actual pain scores are not as critical as the relative differences between the NSAID and placebo groups.

7. **Tables:** Tables are appropriate when it is critical to present exact numerical values. However, not all results need be placed in either a table or figure. For example, the following table may not be necessary:

% NaOCl	N/Group	% Inhibition of Growth
0,001	5	0
0,003	5	0
0,01	5	0
0,03	5	0
0,1	5	100
0,3	5	100
1	5	100
3	5	100

Instead, the results could simply state that there was no inhibition of growth from 0,001–0,03% NaOCl, and a 100% inhibition of growth from 0,03–3% NaOCl (N=5/group). Similarly, if the results are not significant, then it is probably not necessary to include the results in either a table or as a figure. These and many other suggestions on figure and table construction are described in additional detail in Day (1998).

8. **Discussion:** This section should be used to interpret and explain the results. Both the strengths and weaknesses of the observations should be discussed. How do these findings compare to the published literature? What are the clinical implications? Although this last section might be tentative given the nature of a particular study, the authors should realize that even preliminary clinical implications might have value for the clinical readership. Ideally, a review of the potential clinical significance is the last section of the discussion. What are the major conclusions of the study? How does the data support these conclusions?
9. **Acknowledgments:** All authors must affirm that they have no financial affiliation (e.g., employment, direct payment, stock holdings, retainers, consultancies, patent licensing arrangements or honoraria), or involvement with any commercial organization with direct financial interest in the subject or materials discussed in this manuscript, nor have any such arrangements existed in the past three years. Any other potential conflict of interest should be disclosed. Any author for whom this statement is not true must append a paragraph to the manuscript that fully discloses any financial or other interest that poses a conflict. Likewise the sources and correct attributions of all other grants, contracts or donations that funded the study must be disclosed.
10. **References:** The reference style follows Index Medicus and can be easily learned from reading past issues of the JOE. The JOE uses the Vancouver reference style, which can be found in most citation management software products. Citations are placed in parentheses at the end of a sentence or at the end of a clause that requires a literature citation. Do not use superscript for references. Original reports are limited to 35 references. There are no limits in the number of references for review articles.

3. Manuscripts Category Classifications and Requirements

Manuscripts submitted to the JOE must fall into one of the following categories. The abstracts for all these categories would have a maximum word count of 250 words:

1. **CONSORT Randomized Clinical Trial**—Manuscripts in this category must strictly adhere to the Consolidated Standards of

Reporting Trials-CONSORT- minimum guidelines for the publication of randomized clinical trials. These guidelines can be found at www.consort-statement.org/. These manuscripts have a limit of 3,500 words, [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables*.

2. Review Article- Manuscripts in this category are either narrative articles, or systematic reviews/meta-analyses. Case report/Clinical Technique articles even when followed by extensive review of the literature will should be categorized as "Case Report/Clinical Technique". These manuscripts have a limit of 3,500 words, [including abstract, introduction, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables*.
3. Clinical Research (e.g., prospective or retrospective studies on patients or patient records, or research on biopsies, excluding the use of human teeth for technique studies). These manuscripts have a limit of 3,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables*.
4. Basic Research Biology (animal or culture studies on biological research on physiology, development, stem cell differentiation, inflammation or pathology). Manuscripts that have a primary focus on biology should be submitted in this category while manuscripts that have a primary focus on materials should be submitted in the Basic Research Technology category. For example, a study on cytotoxicity of a material should be submitted in the Basic Research Technology category, even if it was performed in animals with histological analyses. These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures or 4 tables*.
5. Basic Research Technology (Manuscripts submitted in this category focus primarily on research related to techniques and materials used, or with potential clinical use, in endodontics). These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 3 figures and tables*.
6. Case Report/Clinical Technique (e.g., report of an unusual clinical case or the use of cutting-edge technology in a clinical case). These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures or tables*.

* Figures, if submitted as multipanel figures must not exceed 1 page length. Manuscripts submitted with more than the allowed number of figures or tables will require approval of the JOE Editor or associate editors. If you are not sure whether your manuscript falls within one of the categories above, or would like to request preapproval for submission of additional figures please contact the Editor by email at jendodontics@uthscsa.edu.

Importantly, adhering to the general writing methods described in these guidelines (and in the resources listed below) will help to reduce the size of the manuscript while maintaining its focus and significance. Authors are encouraged to focus on only the essential aspects of the study and to avoid inclusion of extraneous text and figures. The Editor may reject manuscripts that exceed these limitations.

Available Resources:

- Strunk W, White EB. *The Elements of Style*. Allyn & Bacon, 4th ed, 2000, ISBN 020530902X.
- Day R. *How to Write and Publish a Scientific Paper*. Oryx Press, 5th ed, 1998, ISBN 1-57356-164-9.
- Woods G. *English Grammar for Dummies*. Hungry Minds:NY, 2001 (an entertaining review of grammar).
- Alley M. *The Craft of Scientific Writing*. Springer, 3rd edition 1996 SBN 0-387-94766-3.
- Alley M. *The Craft of Editing*. Springer, 2000 SBN 0-387-98964-1.