SANDRA SOARES KUHNE BUSQUIM

**Avaliação do preparo de canais radiculares com secção transversal oval longa
realizado pelos sistemas Reciproc e Biorace utilizando
a microtomografia computadorizada**

São Paulo

2013

SANDRA SOARES KUHNE BUSQUIM

**Avaliação do preparo de canais radiculares com secção transversal oval longa
realizado pelos sistemas Reciproc e Biorace utilizando
a microtomografia computadorizada**

Versão Original

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas.

Área de Concentração: Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Manoel Eduardo de Lima Machado

São Paulo

2013

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Busquim, Sandra Soares Kuhne.

Avaliação do preparo de canais radiculares com secção transversal oval longa realizado pelos sistemas Reciproc e Biorace utilizando a microtomografia computadorizada / Sandra Soares Kuhne Busquim ; orientador Manoel Eduardo de Lima Machado. -- São Paulo, 2013.

106 p. : fig., tab., graf.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de Concentração: Endodontia. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão original

1. Preparo de canal radicular. 2. Instrumentos endodônticos. 3. Microtomografia. I. Machado, Manoel Eduardo de Lima. II. Título.

Busquim SSK. Avaliação do preparo de canais radiculares com secção transversal oval longa realizado pelos sistemas Reciproc e Biorace utilizando a microtomografia computadorizada. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.

Aprovado em: / / 2013

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

À minha mãe Lúcia, que sempre se mostrou uma mulher forte e perseverante, que me ensinou a ir em busca de um ideal e me formou como pessoa para que eu pudesse ser uma boa profissional. Mesmo após a perda de meu pai, não mediu esforços para que não me faltasse nada, mas o principal: nunca faltou amor! Obrigada, mãe!

À minha irmã Mônica, uma segunda mãe, uma amiga para todas as horas, uma grande incentivadora e em quem me espelhei para trilhar meu caminho e em quem me amparei sempre que precisei. Irmã, você é tudo de bom na minha vida!

Ao meu marido Rodney, companheiro, sempre com uma palavra positiva, pronto para ajudar. Seu incentivo foi muito importante desde o princípio desta jornada, sem o qual as fases mais críticas teriam sido quase que impossíveis. Querido, obrigada por tudo!

À minha filha Giovanna, por ser tão querida e amada, compreensiva e incentivadora dos passos da mãe, apesar da pouca idade. Filha, te amo muito e espero que por toda a sua vida você possa enxergar o conhecimento como uma fonte inesgotável.

Aos meus sobrinhos queridos, Renato e Malú, por todos os momentos descontraídos, por nos permitirem ver a vida de uma outra forma, sempre mais viva e mais intensa.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Marcelo dos Santos, que sempre acreditou no meu trabalho e me abriu as portas todas as vezes que precisei. Com sua serenidade e seu conhecimento foi sempre capaz de me fazer buscar mais conhecimento e não me contentar com pouco. Uma de suas características mais marcantes, ao meu ver, é sua capacidade de nos fazer enxergar com nossos próprios olhos, incapaz de impor as suas próprias opiniões. Agradeço de todo coração!

Ao Prof. Dr. Manoel Eduardo de Lima Machado, obrigada pela confiança depositada no meu trabalho. Por suas palavras desde a qualificação, sempre incentivando para que o melhor trabalho pudesse ser feito.

A todos os professores do Departamento de Endodontia, pelo convívio, atenção e conhecimentos transmitidos. Cada um, de uma forma especial, contribuiu para a conclusão desta dissertação.

À professora Miriam Lacalle Turbino, agradeço a colaboração quanto à estatística do trabalho.

Às secretárias do Departamento de Dentística, Ana Maria e Selma, sempre muito prestativas, dispostas a ajudar e nos fazer cumprir os prazos.

Às secretárias da Pós-graduação, Cátia e Alessandra, sempre gentis e prontas para responder todas e quaisquer dúvidas.

À Sônia, do Laboratório de Dentística, pelo auxílio na fase inicial do projeto.

À toda equipe do Curso de Atualização da Fundect, pelo apoio, palavras de conforto, amizade e sobretudo pelo incentivo nesta caminhada.

A todos os meus amigos da Pós-Graduação, mestrandos e doutorandos, pelo convívio, incentivo diário, por todas as dicas, toda a ajuda que recebi e principalmente pela amizade de todos vocês, que tanto prezo. Em especial à Laila, que nunca poupou esforços para me ajudar, me deu todo apoio para a leitura das amostras e principalmente, me deu uma amizade pura, difícil de se encontrar.

A todos os meus familiares e amigos que sempre torceram por mim, sempre quiseram o meu bem e me incentivaram a chegar até o fim de mais esta jornada. Não importa se de perto ou de longe, os que realmente fazem a diferença estão no coração.

À Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo acolhimento e pela excelência de seus professores e educadores.

Ao CNPq pela bolsa de Mestrado e à FAPESP, pelo auxílio financeiro regular (2011/50996-0).

*“ A coragem é a primeira das qualidades humanas porque
garante todas as outras. ”*

Aristóteles

RESUMO

Busquim SSK. Avaliação do preparo de canais radiculares com secção transversal oval longa realizado pelos sistemas Reciproc e Biorace utilizando a microtomografia computadorizada [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2013. Versão Original.

Os instrumentos endodônticos de níquel-titânio (NiTi) influenciaram positivamente o preparo dos canais radiculares. Entretanto, algumas dificuldades inerentes à própria anatomia do sistema endodôntico, permanecem. Canais radiculares com secção transversal oval longa dificultam a ação dos instrumentos rotatórios, os quais não conseguem se adaptar às suas paredes em toda extensão. O sistema Reciproc de lima única (VDW, Munique, Alemanha), recentemente lançado, foi desenvolvido para o preparo do canal radicular pela técnica de movimento de trabalho recíproco. Este movimento alivia o estresse do instrumento, reduzindo o risco de fadiga cíclica causada pela tensão e compressão. Com a finalidade de comparar o efeito deste movimento no preparo do canal, foi utilizado o sistema Biorace (FKG Dentaire, LA Chaux-de Fonds, Suíça) por ser um sistema de instrumentação rotatória completa, onde o instrumento final tem diâmetro compatível com o instrumento Reciproc R40 utilizado. O objetivo deste estudo foi avaliar, *ex vivo*, o preparo de canais ovais longos de molares inferiores com o sistema Reciproc comparando-o ao preparo com instrumentos do sistema Biorace, por meio da microtomografia computadorizada (μ CT). Raízes distais de trinta molares inferiores foram utilizadas e divididas aleatoriamente em dois grupos: G1 – Reciproc R40 e G2 – Biorace. Os dentes foram escaneados por um microtomógrafo de raios-X SkyScan 1172 antes e após o preparo dos canais radiculares. As imagens obtidas foram importadas e reconstruídas, fornecendo secções transversais da estrutura interna das amostras. Em seguida, com o auxílio dos softwares CTan, CTVol, MeshLab e MatLab foram possíveis a análise tridimensional e a visualização do canal radicular antes e após o procedimento do preparo químico-cirúrgico, para comparação das mudanças no volume e superfícies não preparadas da parede do canal. Os resultados foram submetidos ao teste estatístico não paramétrico de Mann-Whitney para análise do aumento do volume e das superfícies não preparadas. O teste não paramétrico de

Kruskal-Wallis foi o de escolha para análise intra-grupo, ou seja, do mesmo sistema nos diferentes terços do canal. O preparo do canal radicular com o sistema Reciproc resultou em maior aumento do volume no canal como um todo e no seu terço apical ($p < 0,5$). Quanto à comparação das superfícies não preparadas da parede do canal, o sistema Reciproc mostrou-se superior ao sistema Biorace no terço apical ($p < 0,0001$). O sistema Biorace apresentou os melhores resultados, estatisticamente significantes, nos terços cervical e médio ($p < 0,0001$). Na avaliação das superfícies não preparadas no mesmo sistema, o sistema Reciproc mostrou melhores resultados no terço apical, em relação aos terços cervical e médio ($p < 0,05$), assim como o sistema Biorace. Concluiu-se que nenhum sistema conseguiu preparar completamente o canal oval longo. O sistema Reciproc determinou maior desgaste de dentina no canal como um todo e no terço apical. Em relação às superfícies não preparadas do canal, o sistema Reciproc melhor preparou o terço apical, enquanto que o sistema Biorace melhor preparou os terços cervical e médio (áreas mais ovaladas). Na comparação no mesmo sistema, Reciproc e Biorace mostraram melhores resultados, deixando menos superfícies não preparadas, no terço apical do canal.

Palavras-chave: Preparo do canal radicular. Instrumentação rotatória. Reciproc. Biorace. Microtomografia computadorizada.

ABSTRACT

Busquim SSK. Evaluation of the preparation of long oval root canals with Reciproc and Biorace systems using micro-computed tomography [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2013. Versão Original.

The endodontic instruments of nickel-titanium (NiTi) positively influenced the preparation of root canals. However, some difficulties inherent to the anatomy of the endodontic system, remain. Root canals with long oval cross-section hinder the action of rotating instruments, which can't adapt to the root canal walls in all its extension. The single-file Reciproc system (VDW, Munich, Germany), recently launched, was developed to prepare the root canal in reciprocating movement. This movement relieves the stress of the instrument, thus reducing the risk of cyclic fatigue caused by tension and compression. With the purpose of comparing the effect of this movement on root canal preparation, the Biorace system (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) was used. This full rotary sequence system has a final instrument diameter compatible with the instrument Reciproc R40 used. The aim of this study was to evaluate, *ex vivo*, the preparation of long oval canals of mandibular molars with the Reciproc system comparing it to the Biorace system using micro-computed tomography (μ CT). Distal canals of thirty mandibular molars were used and randomly divided into two groups: G1 - Reciproc R40 and G2 - Biorace. Teeth were scanned by a micro-computed tomography SkyScan 1172 before and after the preparation of the root canals. The images obtained were imported and rebuilt, providing cross-sections of the internal structure of the samples. Then, with the aid of softwares CTan, CTVol, MeshLab and MatLab, three-dimensional analysis and visualization of root canal before and after the biomechanical preparation were performed. Morphometric variations were measured by volume increases and remaining untreated canal surface area. The results were subjected to a non-parametric Mann-Whitney test for volume and untreated surface analysis and to a Kruskal-Wallis test for intra-group analysis, i.e., the same system in all different thirds of the canal. The root canal preparation with the Reciproc system resulted in greater volume increase of the whole root canal and its apical third ($p < 0,5$). Regarding untreated canal surface area, the Reciproc system was superior to

the Biorace system in the apical third ($p < 0,0001$). The Biorace system presented the best results, statistically significant, in the cervical and middle thirds of the root canal ($p < 0,0001$). In the evaluation of untreated canal surface area in the same system, the Reciproc system showed better results in the apical third, in relation to the cervical and middle thirds ($p < 0,05$), as well as the Biorace system. In conclusion, regardless of the instrumentation technique used, the long oval canal couldn't be completely prepared. The Reciproc system not only removed more dentin layer in the whole canal and its apical third, but also left less untreated canal surface area in the apical third (oval shaped section). The Biorace system left less untreated canal surface area in the cervical and middle thirds. In comparison on the same system, Reciproc and Biorace showed better results, leaving less untreated surface in the apical third of the root canal.

Keywords: Root canal preparation. Rotary instrumentation. Reciproc. Biorace. Micro-computed tomography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Microtomógrafo de raios-X Skyscan 1172 no LAB 3D BIO	46
Figura 4.2 - Princípio de operação do microtomógrafo de raios-X	47
Figura 4.3 - Digitalização e reconstrução da imagem	47
Figura 4.4 - Detalhe do posicionamento da amostra no microtomógrafo	48
Figura 4.5 - Programa CTan: Delimitação da região de interesse (A); binarização da imagem (B) e utilização da ferramenta <i>Custom Processing</i> (C)	49
Figura 4.6 - Visor programado do motor VDW. Silver para movimento reciprocante (A) e detalhe do instrumento R40 (B)	51
Figura 4.7 - Visor programado do motor VDW. Silver para movimento rotatório completo (A) e sequência do sistema Biorace BR0 a BR5 (B)	52
Figura 4.8 - Sobreposição dos modelos reconstruídos antes do preparo (cor verde) e após o preparo (cor vermelha) no programa CTvol (A) e no programa MeshLab (B)	54
Figura 5.1 - Médias e desvios-padrão do aumento do volume para os sistemas Reciproc e Biorace considerando todo o canal radicular e cada um de seus terços	59
Figura 5.2 - Médias e desvios-padrão das superfícies não preparadas em cada terço do canal radicular para os sistemas Reciproc e Biorace	61
Figura 5.3 - Visão dos modelos reconstruídos antes do preparo (cor verde), após o preparo do canal com o sistema Reciproc (cor vermelha) e a sobreposição dos canais radiculares	62

Figura 5.4 - Visão dos modelos reconstruídos antes do preparo (cor verde), após o preparo do canal com o sistema Biorace (cor vermelha) e a sobreposição dos canais radiculares 63

LISTA DE TABELAS

- Tabela 5.1 - Alterações morfométricas (média $\pm$ desvio padrão) absolutas (Δ) e percentuais ($\%\Delta$) do aumento do volume do canal radicular como um todo e em cada terço para os sistemas Reciproc e Biorace 58
- Tabela 5.2 - Alterações morfométricas (média $\pm$ desvio padrão) absolutas (Δ) e percentuais ($\%\Delta$) das superfícies não preparadas em cada terço do canal radicular para os sistemas Reciproc e Biorace 60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	bidimensional
3D	tridimensional
#	número
μA	microampere
μCT	microtomografia computadorizada
μm	micrômetro
AET	Anatomic Endodontic Technology
BR	Biorace
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CRT	comprimento real de trabalho
CTan	programa de análise de tomografia computadorizada
CTvol	programa de visualização de superfícies tridimensionais
D0	diâmetro zero
EDTA	ácido etilenodiamino tetra-acético
EUA	Estados Unidos da América
Endo- PTC	peróxido de ureia, tween 80 e carbowax
FORP-USP	Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto
FOUSP	Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo
GT	Greater Taper
K	Kerr
K-Flex	Kerr-flexível

kV quilovolts

LAB 3D BIO Laboratório Multiusuário para Análises de Imagens Tridimensionais de Tecidos Biológicos

MeshLab programa de processamento e edição de estruturas tridimensionais

MD mésio-distal

mL mililitro

mm milímetro

mm³ milímetro cúbico

n número

NT NT Matic

NiTi níquel-titânio

NiTiFlex níquel-titânio flexível

NRecon programa de reconstrução de imagens

qPCR reação em cadeia de polimerase quantitativa

R40 Reciproc 40

rpm rotações por minuto

SAF Self Adjusting File

SP São Paulo

TC tomografia computadorizada

UFC unidades formadoras de colônias

VL vestíbulo-lingual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1 Complexidade anatômica de canais radiculares de secção transversal oval longa.....	20
2.2 Metodologia para avaliação do preparo de canais radiculares: Microtomografia Computadorizada (μCT)	25
2.3 Técnicas de preparo de canais radiculares	27
3 PROPOSIÇÃO	41
4 MATERIAL E MÉTODOS	42
4.1 Material	42
4.2 Métodos	44
4.2.1 Seleção dos dentes / Critérios de inclusão e exclusão	44
4.2.2 Preparo dos dentes e divisão dos grupos experimentais.....	45
4.2.3 Microtomógrafo de raios-X	46
4.2.4 Preparo das amostras e leitura das medidas pré-operatórias.....	48
4.2.5 Preparo dos Canais	50
4.2.5.1 Grupo G1 – Reciproc R40 (n=15).....	50
4.2.5.2 Grupo G2 – BioRaCe (n=15)	51
4.2.6 Preparo das amostras e leitura das medidas pós-operatórias	53
4.2.7 Análise dos resultados	53
5 RESULTADOS	57

5.1 Mudanças no volume do canal radicular	57
5.2 Superfícies não preparadas do canal radicular.....	60
6 DISCUSSÃO	64
7 CONCLUSÕES	76
REFERÊNCIAS	77
APÊNDICES.....	85
ANEXOS	105

1 INTRODUÇÃO

A limpeza e modelagem são decisivas no tratamento dos canais radiculares. A conformação geométrica adequada e a sanificação do sistema de canais proporcionam condições satisfatórias ao controle da infecção e ao selamento do espaço endodôntico, contribuindo positivamente para o reparo tecidual.

A modelagem do canal deve proporcionar um canal cirúrgico com características morfológicas bem estabelecidas, mas acima de tudo, manter a forma espacial do canal original, sem deformações.

A introdução das limas rotatórias de níquel-titânio (NiTi) permitiu uma considerável evolução da modelagem dos canais radiculares. As propriedades de super elasticidade e flexibilidade destas limas permitiram a manutenção da trajetória original do longo eixo do canal de forma mais adequada.

Entretanto, a complexidade anatômica dos canais radiculares, como por exemplo de canais com secção transversal oval, oval-longa (diferente da circular), ainda representa um sério desafio para um adequado preparo das superfícies das paredes destes canais. Há uma tendência nestes casos, em se manter áreas não preparadas e contaminadas do canal radicular. Em canais com estas condições anatômicas, a literatura relata diversos trabalhos que mostram que tanto a instrumentação manual quanto a instrumentação rotatória contínua deixam nichos intocados. A não remoção de sujidades da parede do canal radicular pode comprometer o sucesso da terapia endodôntica. A presença de uma fina espessura de *smear layer* (0,5 µm) representa um potencial espaço entre o material obturador e a parede do canal radicular para a acomodação e proliferação bacteriana.

Se o propósito do preparo do canal radicular é a modelagem dos canais com uma adequada geometria e o saneamento do sistema de canais por meio do acesso de substâncias químicas, como resolver o problema das paredes dos canais que são deixadas intactas durante a instrumentação? Como realizar a remoção da camada dentinária residual infectada?

Nos últimos anos, as pesquisas têm sido direcionadas para o estudo de importantes modificações das propriedades do desenho dos instrumentos rotatórios e da cinemática de ação dos mesmos. Propostas que têm como objetivo aumentar a efetividade do instrumento, visando o melhor preparo de todas as superfícies das paredes do canal radicular, assim como a manutenção da forma transversal original.

Nos sistemas rotatórios convencionais, nos deparamos com a dificuldade de instrumentação de canais com secção transversal diferente da circular, já que existe uma tendência de centralização do instrumento, trabalhando menos nos polos deste tipo de canais. Na busca de uma ação mais adequada destes instrumentos, preconiza-se o movimento de pincelamento do instrumento que rotaciona continuamente, dirigindo-os contra os polos do canal no intuito de que possam exercer sua ação também nestas áreas. Recentemente, novos sistemas propõem instrumentos com movimento recíprocante. Movimento que é uma evolução da técnica das forças balanceadas, que permite progressão contínua em direção ao ápice radicular e preparo do canal a diâmetros apicais maiores. Cabe a questão se tal movimento recíprocante também é capaz de produzir um preparo eficiente em áreas ovaladas, uma vez que operam em movimentos alternados adiante e atrás.

Desta forma, tornam-se oportunos estudos que avaliem a qualidade do preparo de novos instrumentos e técnicas de instrumentação quanto ao volume e superfícies não preparadas do canal radicular, a fim de se estabelecer a eficiência dos instrumentos mecanizados em trabalhar as paredes de canais radiculares ovalados.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Um grande número de trabalhos na literatura ressaltam a dificuldade de preparo de canais radiculares ovais longos, apresentando inúmeras técnicas e/ou instrumentos endodônticos que possibilitem melhorar a qualidade do preparo destes canais. Avaliações quantitativas e qualitativas do preparo dos canais radiculares tornaram-se possíveis com o avanço da tecnologia e surgimento de novas metodologias.

2.1 Complexidade anatômica de canais radiculares de secção transversal oval longa

Canais radiculares de secção transversal diferente de circular representam um desafio na terapia endodôntica pela grande dificuldade de preparo de todas as paredes do canal. A presença de superfícies não preparadas pode comprometer o sucesso da terapia endodôntica pela permanência de bactérias nestes nichos. A complexidade anatômica de canais radiculares de secção transversal oval têm sido relatada e discutida na literatura das últimas décadas.

O trabalho de Haga (1968) teve o propósito de determinar por mensuração o tipo de preparo realizado por instrumentos manuais. Foram utilizados 131 dentes extraídos, num total de 161 canais radiculares. Os canais foram instrumentados de acordo com o diâmetro inicial dos canais a 5-6 mm do ápice: limas manuais menores que #35 – preparo duas limas a mais que a inicial e limas manuais maiores que #35 – preparo três limas a mais que a inicial. Em seguida, os canais foram seccionados perpendicularmente por uma lâmina de corte a 2 e 6 mm do ápice. As mensurações foram feitas por um microscópio com magnificação de x35. O autor mostrou que o canal radicular geralmente apresenta-se oval ao nível de 6 mm, que o diâmetro do preparo é sempre maior que o diâmetro do instrumento e que a diferença entre o preparo e o instrumento é sempre maior ao nível de 6 mm. Também relatou que tanto a 2 ou 6 mm, os molares inferiores foram difíceis de preparo adequado.

A publicação de Gutiérrez e Garcia (1968) investigou macroscópica e microscopicamente os resultados do preparo químico-mecânico dos canais radiculares, com enfoque principalmente no formato das paredes dos canais após um preparo clínico aceitável e na avaliação da influência das soluções irrigadoras nas paredes do canal. Foram usados 60 incisivos inferiores e 60 caninos cortados longitudinalmente ao meio com disco de carborundum e avaliados sob microscópio com ampliação de x40. Os autores demonstraram que a maioria dos espécimes não estava adequadamente instrumentado, devido ao fato do diâmetro do canal ser mais largo do que o calibre do instrumento usado. Os autores enfocaram na problemática de canais radiculares com projeções em forma de nadadeira de peixe, que apresentavam muitas superfícies intocadas pelos instrumentos.

Kerekes e Tronstad (1977) estudaram as características morfológicas do canal radicular e realizaram mensurações do diâmetro da parte apical das raízes e dos canais radiculares de molares humanos para acessar a aplicabilidade de técnicas padronizadas para o tratamento endodôntico nestes dentes. Um total de 20 molares superiores e 20 molares inferiores foram selecionados aleatoriamente para este estudo. Cortes transversais foram feitos nas raízes a 1, 2, 3, 4 e 5 mm do ápice radicular por uma máquina de seccionamento e as secções examinadas por microscópio de luz. Os maiores e os menores diâmetros das raízes e dos canais radiculares foram medidos. Nos molares superiores, a raiz palatina apresentou diâmetro do canal mais largo do que a parte mais estreita da raiz em todos os níveis estudados. No canal mésio-vestibular, obteve-se a mesma observação com exceção do nível 1-mm e no canal disto-vestibular, a exceção foi ao nível de 5-mm. Nos molares inferiores, o curso dos canais mesiais foi o mais irregular, com uma imprevisível combinação de um e dois canais. Nas raízes distais destes dentes, a maioria apresentou um único canal (19/20). O diâmetro do canal da raiz mesial pareceu mais largo do que a parte mais estreita da raiz em todos os níveis analisados; entretanto, na raiz distal isto não ocorreu no nível 1-mm do ápice. Os autores concluíram que não se deve aplicar técnicas padronizadas de tratamento endodôntico de dentes molares humanos, principalmente nas raízes vestibulares de molares superiores e raiz distal de molares inferiores.

Gani e Visvisian (1999) avaliaram o diâmetro apical do canal radicular de primeiros molares superiores em diferentes idades. As avaliações revelaram um

formato circular no canal palatino, predominantemente achatado no canal méso-vestibular e circular ou achatado no canal disto-vestibular. A classificação foi feita baseada nos diâmetros méso-distal e vestibulo-lingual: circular quando os diâmetros foram iguais, oval quando o maior diâmetro excedeu o menor por menos que o raio e achatado quando o maior diâmetro excedeu o menor por mais que o raio. A idade (13 a 50 anos) não pareceu afetar o formato dos canais. Os autores verificaram a impossibilidade de preparo de todas as paredes do canal em canais ovais ou achatados porque estes requerem instrumentos de um tamanho impossível de uso – um diâmetro interno excede o diâmetro externo da raiz em diferente direção.

O trabalho de Wu et al. (2000) investigou os diâmetros dos canais no terço apical de dentes humanos para determinar a prevalência e extensão de canais ovais longos. Foram utilizados vinte dentes extraídos para cada grupo dentário, num total de 180 dentes. Cada raiz foi seccionada horizontalmente a 1, 2, 3, 4 e 5 mm do ápice e o diâmetro dos canais mensurados por microscópio. A secção transversal do canal radicular foi descrita numericamente pelo quociente formado entre a largura máxima do canal na direção vestibulo-lingual (VL) e direção méso-distal (MD), exceto para canal palatino de molares superiores. A prevalência de canais ovais longos, ou seja, canais em que o diâmetro máximo do canal era no mínimo duas vezes o menor diâmetro, foi de 25%. Os demais 75% eram canais circulares ou ovais. De uma forma geral, nos 5 mm do ápice, a ocorrência de canais ovais longos foi maior que 50% em pré-molares superiores, raiz méso-vestibular de molar superior, incisivos inferiores e raiz mesial de molar inferior com um único canal. Na maioria dos casos, o diâmetro decresceu apicalmente, onde o canal radicular tende a ser circular. A conclusão dos autores foi de que canais ovais longos representam um desafio, já que muitos destes canais serão impossíveis de completa instrumentação sem perfuração ou significativo enfraquecimento das raízes. Cuidado deve ser tomado para a limpeza, modelagem e obturação destes canais ovais.

Barbizam et al. (2002) avaliaram a efetividade das técnicas de instrumentação manual e rotatória na limpeza de canais radiculares achatados. Utilizaram no estudo 20 incisivos centrais inferiores humanos com canais radiculares achatados. Metade das amostras foi instrumentada com limas tipo Kerr (K) e a outra metade com limas ProFile .04. Os resultados mostraram a técnica manual mais eficiente do que a técnica rotatória, entretanto, nenhuma técnica foi capaz de limpar completamente o

canal radicular. O canal radicular achatado não permite maior alargamento sem o risco de criar uma perfuração lateral. Portanto, mudanças nas técnicas de instrumentação de canais achatados devem ser consideradas.

O trabalho de Rödiger et al. (2002) comparou o preparo do canal distal de molares inferiores usando três diferentes instrumentos de NiTi: Lightspeed, Profile .04 e Quantec. Foram selecionados 60 molares extraídos (20 dentes para cada grupo experimental) que apresentavam a distância vestibulo-lingual pelo menos duas vezes maior que a distância méso-distal. Cada dente foi incluído em resina de acordo com o método de Bramante modificado (Bramante et al., 1987; Hülsmann et al., 1999), seccionado a 3, 6 e 9 mm do ápice e as secções transversais fotografadas. Após remontagem dos dentes, estes foram preparados com os instrumentos citados e terminado o preparo, novas fotografias das secções transversais dos canais distais foram realizadas. Os parâmetros avaliados foram: habilidade de limpeza, tempo de trabalho, segurança e extensão do preparo para vestibular ou lingual por comparação das fotografias pré e pós-operatórias. Os resultados demonstraram que na maioria dos espécimes foram reveladas superfícies vestibulares ou linguais não preparadas – Lightspeed e Quantec 56,7% e Profile .04 55%. A flexibilidade dos instrumentos de NiTi não permitiu o controle do preparo das extensões vestibular e lingual em canais radiculares ovais. Os instrumentos produziram uma dilatação circular no canal, enquanto que as extensões vestibular e lingual permaneceram não preparadas.

Weiger et al. (2002) estudaram a eficiência da instrumentação manual e rotatória na modelagem de canais radiculares ovais. Ao todo, 75 dentes com canais ovais foram divididos igualmente em três grupos: instrumentação rotatória com LightSpeed, instrumentação manual com Hedstrom e instrumentação rotatória com Hero. Os dentes foram seccionados em dois níveis no 1/3 médio da raiz e uma técnica de montagem permitiu comparar a silhueta do canal antes e após a instrumentação. As secções radiculares fotografadas foram sobrepostas e traçadas sob estereoscópio. A razão silhueta preparada/não preparada foi calculada para cada secção. Os autores avaliaram que nenhuma técnica de instrumentação foi capaz de preparar completamente as paredes dentinárias de canais ovais. Os menores valores observados foram para o grupo LightSpeed (média: 0,42) e os maiores valores para o grupo Hero (média: 0,58).

Jou et al. (2004) propuseram definições e perspectivas nos conceitos e técnicas padrões do tratamento endodôntico para lidar com a dimensão horizontal do sistema de canais radiculares e suas aplicações clínicas. Determinaram que em canais relativamente circulares, a menor e a maior dimensões horizontais iniciais são aproximadamente as mesmas. Em canais ovais, ovais longos ou achatados, a dimensão horizontal inicial máxima pode ser diversas vezes maior que a dimensão inicial mínima. De acordo com os autores, a razão de 1 representa um canal circular, a razão até 2 vezes um canal oval, a razão entre 2,5 e 4 um canal oval longo e uma razão maior que 4 um canal achatado. Os autores ressaltaram a importância das dimensões horizontais dos canais radiculares, alertando o operador sobre a possibilidade de incompleto preparo do canal frente a canais ovais, ovais longo ou achatados.

ElAyouti et al. (2008) avaliaram a eficiência de instrumentos rotatórios com grande diâmetro no preparo de canais radiculares ovais. Compararam a qualidade do preparo de dois sistemas rotatórios (Mtwo e ProTaper) e um sistema manual (limas manuais de NiTi) em canais radiculares ovais. Foram utilizadas 90 raízes com canais ovais, que tiveram seu 1/3 médio seccionado em dois níveis. Os diâmetros máximos e mínimos de cada canal foram determinados e os dentes distribuídos em três grupos e preparados de acordo com cada instrumento avaliado. Fotografias pré e pós instrumentação foram tomadas, traçadas e sobrepostas, a espessura de dentina removida mensurada e a razão de superfície do canal preparada calculada. Entre os grupos Mtwo e ProTaper, não houve diferença estatística significativa, porém ambos os sistemas foram superiores às limas manuais de NiTi. Em 20% das raízes do grupo Mtwo e em 27% do grupo ProTaper, a espessura mínima de dentina removida foi menor que 0,5 mm. O diâmetro mínimo influenciou a qualidade do preparo em contraste ao diâmetro máximo do canal radicular. Nenhuma técnica de instrumentação foi capaz de preparar canais radiculares ovais. Entretanto, obteve-se uma maior eficiência da Mtwo e ProTaper sobre as limas manuais de NiTi que, em alguns casos, se deu às expensas da espessura remanescente da parede dentinária.

2.2 Metodologia para avaliação do preparo de canais radiculares: Microtomografia Computadorizada (μ CT)

A avaliação do preparo dos canais radiculares é de grande importância e exige estudos continuados para trazer informações adicionais sobre as técnicas de instrumentação. O surgimento de novos sistemas nos leva a questionar se os resultados já obtidos são os melhores que se pode alcançar, se são reprodutíveis ou se alguma alteração da proposição do trabalho modificaria os dados coletados. A tecnologia da μ CT vem de encontro à estes anseios porque nos permite uma avaliação mais rica em detalhes, uma visualização tridimensional (3D) da morfologia interna e externa do dente sem alteração da amostra. A μ CT representa uma metodologia para superar as deficiências das tomografias computadorizadas (TC) e das radiografias convencionais. Os dados coletados pelos programas do microtomógrafo permitem avaliações posteriores em qualquer área de interesse do dente.

Tachibana e Matsumoto (1990) verificaram a aplicabilidade da TC de raios-X na Endodontia. Imagens obtidas pelo aparelho SCT-2500T foram analisadas, quase que perpendicularmente ao longo eixo do dente: 10 a 12 imagens por dente. Foi possível observar o número, a localização e a configuração dos canais radiculares, a largura vestibulo-lingual e méso-distal e a presença ou ausência de material obturador. Entretanto, uma grande dificuldade foi verificada quanto à distinção de esmalte e dentina, à curvatura dos canais e à localização do assoalho da câmara pulpar. A conclusão dos autores foi que o aparato da TC é muito caro e a resolução inadequada para diagnóstico detalhado de áreas pequenas e diminui ainda mais na presença de objetos metálicos na área escaneada.

O trabalho de Nielsen et al. (1995) avaliou o valor da μ CT na pesquisa endodôntica. As amostras utilizadas - quatro primeiros molares superiores extraídos - foram enviadas para a General Electric e escaneadas pelo Módulo de Inspeção de raios-X da mesma. A análise das imagens permitiu a avaliação das relações morfológicas de maneira não destrutiva da amostra, assim como possibilitou a identificação de dentina regular e irregular. Também possibilitou a avaliação de mudanças nas áreas de superfície e volume, o acesso de mudanças na área e

volume após instrumentação ou obturação do canal radicular e o transporte do canal. Portanto, esta nova e inovadora ferramenta de análise apresenta um grande potencial para a pesquisa em Endodontia e necessita de novos estudos para explorar a sua utilização.

Bjorndal et al. (1999) realizaram uma análise qualitativa da relação entre a macromorfologia externa e interna do complexo radicular de molares superiores permanentes e determinaram uma correlação entre a forma da superfície externa da raiz radicular e o formato do canal radicular. As amostras foram escaneadas por um microtomógrafo de raios-X, aproximadamente 100 a 240 cortes tomográficos bidimensionais (2D) obtidos para cada dente, e subsequentemente os cortes foram reconstruídos tridimensionalmente. Os resultados mostraram haver uma forte correlação entre o número, posição e secção transversal do canal radicular e o número, posição e separação de estruturas, bem como uma alta correlação entre o formato dos canais e os componentes da raiz.

Rhodes et al. (1999) utilizaram a μ CT como método de produção de imagem verdadeira em 3D a partir de pequenas amostras. Um protótipo de μ CT foi adaptado para imagem de dentes, a fim de examinar se esta poderia quantificar a instrumentação dos canais radiculares. Concluíram que a μ CT é um excelente e acurado método para qualquer experiência em Endodontia pela alta significância de correlação entre as imagens obtidas e por ser uma técnica reproduzível e não invasiva do sistema de canais radiculares.

Peters et al. (2000) avaliaram o potencial e precisão de técnica tridimensional não destrutível (μ CT) para detalhamento da geometria do canal radicular. Avaliaram a anatomia radicular de 12 molares superiores humanos extraídos por meio de microtomógrafo com resolução de 34 μ m. As áreas de superfície e volume de cada canal radicular foram calculados por triangulação a partir da colocação dos dentes em um modelo de reposicionamento bastante preciso. Os resultados mostraram que a geometria do canal radicular foi estimada com precisão com esta técnica inovadora.

O trabalho proposto por Bergmans et al. (2001) apresentou uma metodologia objetiva para avaliação quantitativa da instrumentação do canal radicular usando a μ CT juntamente com um programa baseado num modelo matemático de construção.

Foi utilizado o aparelho SkyScan 1072 (SkyScan, Bélgica) para escaneamento de um segundo molar inferior extraído. O primeiro escaneamento da amostra foi meramente para ilustrar as visualizações qualitativas que podem ser obtidas pela μ CT. O segundo e terceiro escaneamentos foram realizados após acesso à câmara pulpar e antes da instrumentação dos canais, e após a instrumentação do dente pelos instrumentos Profile 0.04, respectivamente. Um pacote de visualização de volume foi aplicado para ilustrar a capacidade de visualização qualitativa. Finalmente, um programa foi desenvolvido para fazer mensurações quantitativas e prover informações qualitativas adicionais nas imagens registradas. Este procedimento implementou um verdadeiro modelo matemático tridimensional para a quantificação dos efeitos da instrumentação do canal radicular. Os resultados mostraram valores numéricos para volume, mudanças de volume e transporte do canal. A metodologia mostrou-se objetiva para avaliação quantitativa da instrumentação do canal radicular.

2.3 Técnicas de preparo de canais radiculares

No que diz a respeito à introdução de novos métodos para o preparo do canal radicular e frente à questão da eficiência dos instrumentos manuais, o trabalho de Abou-Rass e Jastrab (1982) investigou o efeito de instrumentos rotatórios como auxiliares na qualidade da instrumentação do canal. A amostra do trabalho foi de 100 dentes superiores e inferiores divididos em quatro grupos: grupo 1 – instrumentação manual com limas tipo K; grupo 2 – Peeso #1 + limas manuais tipo K; grupo 3 – Gates-Glidden #1 + limas manuais tipo K e grupo 4 – sistema Giromatic. Após moldagem dos preparos com silicone, sete endodontistas examinaram os modelos obtidos. Os resultados mostraram que os preparos pelo sistema Giromatic mostraram-se sem uniformidade, conicidade e com preparo irregular da região apical. O preparo somente com instrumento manual também não foi efetivo. O uso dos instrumentos rotatórios Peeso #1 ou Gates-Glidden #1 como auxiliares no preparo, alargando o terço cervical do canal, aumentou a qualidade do preparo com significativa redução de erros e diminuição do tempo de preparo.

A técnica das forças balanceadas foi descrita por Roane et al. (1985). Os autores propuseram uma instrumentação onde o instrumento primeiro é submetido a movimentos de rotação no sentido horário (com leve pressão apical) e depois a um movimento anti-horário de 120°, quando o corte é realizado. Esta ação permitiria o alargamento do canal ao diâmetro do instrumento, liberaria o instrumento e prepararia o canal para a colocação de um instrumento em maior profundidade quando a próxima rotação no sentido horário fosse realizada. Os movimentos de rotação seriam repetidos até que o comprimento de trabalho fosse alcançado. As limas mais calibrosas agiriam nos terços médio e cervical e as limas menos calibrosas no terço apical, diminuindo a tensão e atrito do instrumento e mantendo-o mais centralizado no canal radicular.

Torabinejad (1994) descreveu um método passo a passo para o preparo do canal radicular, a técnica "*Passive Step-Back*". Esta proposta visava prover um aumento gradual e não forçado do canal no sentido coroa/ápice, evitar erros operatórios e ser conveniente para o operador. Para tal, o autor propunha a utilização de instrumentos rotatórios Gates-Glidden ou Peeso para um pré-alargamento cervical antes do preparo apical do canal.

Glosson et al. (1995), utilizando a técnica modificada de Bramante (Bramante et al., 1987; Hülsmann et al., 1999) e um novo programa de subtração digital de imagem, compararam o preparo de canais radiculares realizado por instrumento manual de NiTi, instrumento rotatório de NiTi e instrumento manual tipo Kerr-Flexível (K-Flex). Os canais mesiais de 60 molares inferiores extraídos foram utilizados e divididos aleatoriamente em cinco grupos: grupo A – limas K-Flex manual, grupo B – limas manuais Mity de NiTi, grupo C – sistema NT Matic (NT) rotatório, grupo D – instrumento manual Canal Master "U" e grupo E – instrumentos Lightspeed. Os dentes foram embebidos em resina e seccionados nos terços médio e apical do canal radicular. As secções transversais obtidas foram fotografadas em alta resolução, digitalizadas e armazenadas para comparação antes e após o preparo dos canais radiculares. Os instrumentos rotatórios de NiTi (Lightspeed e NT) e o instrumento manual Canal Master "U" causaram significativamente menos transporte do canal radicular ($p < 0,05$), permaneceram centralizados no canal ($p < 0,05$), removeram menos dentina ($p < 0,05$) e produziram canais mais circulares do que os instrumentos K-Flex e Mity. Os instrumentos rotatórios foram significativamente mais

rápidos na realização do preparo do que os instrumentos manuais ($p < 0,05$).

Uma comparação entre duas técnicas de instrumentação utilizando a μ CT foi proposta por Rhodes et al. (2000). Os autores utilizaram dez molares inferiores (30 canais) divididos em dois grupos: um grupo foi instrumentado por limas manuais de NiTi flexível (NiTiFlex) usando a técnica das forças balanceadas e o outro grupo foi instrumentado por limas ProFile .04. Em ambos os grupos, instrumentos de ponta #25 realizaram o preparo apical a 0,5 mm do ápice. O escaneamento das amostras ocorreu antes e após o preparo das mesmas e a área de dentina removida mensurada a 2,0, 3,0, 4,5, 6,0 e 7,5 mm do ápice radicular. Os valores de transporte e centralização do canal também foram avaliados. Ambas as técnicas produziram canais bem centralizados e preparados, não havendo diferença estatisticamente significativa entre a instrumentação manual e a instrumentação rotatória contínua.

O trabalho de Peters et al. (2001) comparou o efeito de quatro técnicas de preparo (limas manuais tipo K, Light-speed, ProFile .04 e limas GT) no volume e área de superfície das paredes do canal, utilizando reconstrução tridimensional dos canais radiculares de molares humanos extraídos. Em suma, o método foi utilizado para descrever parâmetros morfométricos relacionados às quatro técnicas de preparo. Dentro das limitações do sistema de μ CT, poucas diferenças entre as quatro técnicas de preparo foram encontradas. Os autores concluíram que mais estudos com esta técnica em 3D são necessários para o completo reconhecimento dos aspectos biomecânicos dos preparos dos canais radiculares.

Wu e Wesselink (2001) fizeram uma observação primária do preparo e obturação de canais radiculares ovais, à partir da observação de recessos não instrumentados observados neste tipo de canal. Incisivos inferiores extraídos ($n=20$) com secção transversal oval foram selecionados para o trabalho e divididos em dois grupos. Todos os canais foram preparados por instrumentos manuais tipo K-Flex usando a técnica das forças balanceadas. No grupo 1 os canais foram preparados até tamanho convencional (instrumento K-Flex #45) e no grupo 2 os canais foram mais alargados (instrumento K-Flex #60). Todos os canais foram obturados com condensação lateral de guta-percha. Duas secções horizontais foram obtidas por corte da porção apical do canal radicular e as imagens das secções transversais escaneadas e analisadas. Os resultados permitiram concluir que áreas não

instrumentadas foram deixadas na maioria dos canais, após o preparo usando a técnica das forças balanceadas. Este problema não foi resolvido por aumento do alargamento apical. A presença destas áreas não instrumentadas não permite a obturação completa de canais ovais.

Peters et al. (2003) usando a microtomografia computadorizada à resolução de 36µm, avaliaram a performance relativa dos instrumentos ProTaper no preparo dos canais radiculares de geometria pré-operatória variada. Os dentes utilizados foram molares superiores extraídos, num total de 11 dentes. Os mesmos foram escaneados antes e após o preparo. Os canais méso-vestibulares e disto-vestibulares foram preparados até a lima F2 e o canal palatino até a lima F3. Após reconstrução tridimensional da imagem foram avaliados volume, área, diâmetro, transporte do canal e superfícies preparadas. Baseado no volume médio do canal, os mesmos foram divididos em amplos ($5,54 \pm 2,04 \text{ mm}^3$) e constrictos ($2,03 \pm 0,66 \text{ mm}^3$). Com base nos resultados, os autores verificaram que o volume e área dos canais aumentaram significativamente e que erros grosseiros do preparo não foram observados. O transporte apical variou entre 0,02 e 0,40 mm independentemente do tipo do canal. A proporção de superfícies não preparadas nos canais mais amplos foi significativamente maior ($p < 0,05$). Os autores concluíram que os novos instrumentos de NiTi foram mais adequados para canais curvos e constrictos do que para canais amplos.

Wu et al. (2003) avaliaram a capacidade de duas técnicas de instrumentação manual em remover a camada interna de dentina em canais radiculares ovais. As técnicas avaliadas foram a das forças balanceadas e a circunferencial. Trinta incisivos inferiores com único canal e secção transversal oval foram selecionados e divididos em dois grupos de acordo com a técnica empregada. Uma modificação da técnica de Bramante (Bramante et al., 1987; Hülsmann et al., 1999) foi usada para análise do canal radicular antes e depois da instrumentação. O corte do dente se deu ao nível de 5 mm do ápice radicular. Estas imagens foram fotografadas, armazenadas e utilizando-se um programa de análise de imagens foram sobrepostas e avaliadas quanto à remoção da camada interna de dentina. A técnica das forças balanceadas removeu 38,6% da camada interna de dentina do canal radicular e a técnica circunferencial, 57,7%. Entretanto, a diferença não foi

estatisticamente significativa. A conclusão foi que em canais ovais, ambas as técnicas deixaram amplas porções da parede do canal não instrumentadas.

Bergmans et al. (2003) avaliaram a influência da conicidade progressiva (sistema ProTaper) e da conicidade constante (sistema K3) no preparo do canal radicular. Canais mesiais de 10 molares inferiores extraídos foram utilizados e escaneados antes e após o preparo dos canais. O aparelho de μ CT SkyScan 1072 à resolução de 12,5 μ m foi utilizado no trabalho. Valores numéricos para volume, curvatura, remoção de dentina e centralização do canal foram obtidos. Nenhum dos sistemas usados causou aberrações no canal radicular. A conicidade progressiva do sistema ProTaper foi menos influenciada pela curvatura do terço médio do que a conicidade constante do sistema K3, determinando portanto uma boa centralização ao nível apical. Entretanto, o sistema ProTaper tendeu ao transporte do canal em direção à furca na região coronária.

O trabalho de Iqbal et al. (2004) comparou o efeito de uma lima tipo Hedstrom modificada chamada IqFile, no formato de canais radiculares ovais preparados com instrumentos ProFile. Um total de 50 pré-molares extraídos com canal radicular oval foi selecionado e dividido em grupos de acordo com a técnica de instrumentação. O grupo 1 foi instrumentado pelo sistema ProFile .04 até o tamanho #6, o grupo 2 foi instrumentado com a mesma técnica + IqFiles até tamanho #70 e o grupo 3 foi instrumentado com a mesma técnica + instrumento tipo Hedstrom não modificado. Os dentes foram seccionados a 1 e 3 mm do comprimento de trabalho e fotografados com aumento de x26. O programa AutoCAD foi usado para medição da porcentagem de áreas instrumentadas do canal. Os autores concluíram que a combinação ProFile e IqFile foi mais eficiente na instrumentação de canais ovais, tanto a 1 quanto a 3 mm. Entretanto, ao nível de 3 mm, nenhuma diferença significativa foi detectada entre o uso de limas IqFile e o uso de limas tipo Hedstrom não modificadas.

Peters (2004) realizou uma revisão de literatura a respeito da importância dos instrumentos rotatórios de NiTi, identificando os fatores que influenciam a modelagem dos canais com estes instrumentos, tais como a anatomia pré-operatória do canal e o desenho da ponta do instrumento. O autor relatou que os resultados da modelagem dos canais com instrumentos rotatórios de NiTi são previsíveis e

indicam que preparos apicais mais amplos são possíveis. Entretanto, o clínico deve ser treinado para a utilização destes, a fim de evitar fraturas do instrumento e manter o comprimento de trabalho original.

Grande et al. (2007) utilizaram 40 pré-molares inferiores com canal radicular oval para determinar se a modelagem destes canais com duas diferentes técnicas de preparo resultaria em diferenças morfológicas significantes. Os dentes foram divididos aleatoriamente quanto à técnica empregada em: grupo A – instrumentação com Anatomic Endodontic Technology (AET) e grupo B – instrumentação com ProTaper. A técnica modificada de Bramante (Bramante et al., 1987; Hülsmann et al., 1999) foi utilizada para análise das mudanças do diâmetro do canal radicular, assim como mudanças de área e da razão VL e MD. Foram feitos cortes previamente ao preparo a 3, 7 e 11 mm do ápice radicular. As secções foram escaneadas antes e após o preparo e os resultados submetidos à análise estatística. Houve uma diferença significativa entre as técnicas ao nível de terços coronário e médio. Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa ao nível de terço apical. Ambas as técnicas produziram um diferente formato do canal original oval nos terços coronário e médio. O movimento não recíproco dos instrumentos de NiTi parece manter o instrumento mais centralizado no canal radicular, o que pode resultar na não instrumentação de todas as áreas da superfície do canal oval.

O estudo de Rüttermann et al. (2007) avaliou comparativamente o preparo de canais radiculares ovais com os sistemas rotatório e oscilatório. Foram selecionados 55 pré-molares superiores e incisivos inferiores por apresentarem a razão da distância VL e MD ≥ 2 . Os terços médio e coronário do canal radicular foram preparados usando instrumentos rotatórios FlexMaster e instrumentos oscilatórios EndoEze. A método de análise foi o de Bramante (Bramante et al., 1987) e após inclusão dos dentes em resina, os mesmos foram seccionados à distância de 4-5 mm e 8-10 mm do ápice. As secções foram fotografadas digitalmente por um microscópio antes e após o preparo e as imagens obtidas sobrepostas para identificação e acesso das regiões não tratadas. Os resultados revelaram que poucos preparos alcançaram resultado excelente, não deixando áreas não instrumentadas ao nível de terços médio e coronário. Nenhum sistema foi capaz de completamente preparar canais radiculares ovais.

O trabalho conduzido por Loizides et al. (2007) avaliou e comparou o efeito dos sistemas rotatórios Hero e Protaper na geometria do canal radicular usando a μ CT. Os canais mesiais de 22 molares humanos extraídos foram divididos em dois grupos e escaneados por um microtomógrafo (SkyScan 1072) à resolução de 14,91 μ m, antes e após o preparo dos canais. Imagens das secções transversais de cada canal foram obtidas num intervalo de 2 mm. Foram calculadas, a partir de um programa de análise de imagens, a área da secção transversal, o perímetro de cada canal antes e depois do preparo e a extensão do transporte do canal radicular. Ambos os sistemas criaram um preparo circular, independente da forma original do canal. Os instrumentos Hero mostraram uma maior eficiência de corte comparado ao ProTaper nos níveis 8, 6 e 4 mm, mas não ao nível de 2 mm. Entretanto, o ProTaper mostrou-se com eficiência de corte similar em todos os níveis, porém com maior tendência ao transporte apical. Os autores salientam a necessidade de avaliação de técnicas híbridas de instrumentação em trabalhos futuros para avaliar a obtenção de melhores resultados quanto à habilidade de preparo dos instrumentos rotatórios.

Cheung e Cheung (2008) avaliaram a segurança e a eficiência de um método para preparo de canais radiculares em forma de “C”. Uma combinação de instrumentos de NiTi ProFile e Hero foi proposta e avaliada por μ CT. O diâmetro do canal e a espessura da parede dentinária foram examinados pelas imagens obtidas antes e depois do escaneamento das amostras. Os resultados mostraram que apenas regiões isoladas do canal foram fisicamente preparadas. Os autores concluíram que o preparo destes canais em forma de “C” foi incompleto com o uso de instrumentos rotatórios, devendo ser assistido por irrigação ultrassônica.

Bonaccorso et al. (2009) compararam o preparo do canal com instrumentos rotatórios ProTaper, Mtwo, Biorace e Biorace + S-Apex em canais simulados com curvatura em formato de “S”. Utilizaram 40 canais simulados, sendo 10 para cada sistema avaliado. Copiosa irrigação foi realizada após o uso de cada lima e todos os instrumentos foram usados cinco vezes. O azul de metileno foi introduzido no canal antes e após a instrumentação. O aumento do volume do canal foi determinado pela subtração das imagens pré-operatórias das imagens pós-operatórias sob estereomicroscópio. Para medir a distância do centro do canal original até as paredes mais internas e externas do canal preparado, o software Macnification foi utilizado. Os resultados mostraram que o ProTaper, Mtwo e Biorace causaram mais

aberrações e transporte do canal comparados a Biorace + S-Apex. Concluiu-se que sistemas de NiTi com menor conicidade e mais flexibilidade como o S-Apex tendem a preparar mais adequadamente canais com formato de “S”.

Utilizando a μ CT, Paqué et al. (2009) verificaram a geometria do canal após o preparo apical do canal radicular de molares superiores. Os instrumentos avaliados foram: Flexmaster, GT, Lightspeed, ProFile, ProTaper (sistemas rotatórios) e limas manuais tipo K. Molares superiores extraídos ($n=60$), já utilizados em trabalhos anteriores, foram reavaliados nos seus 4 mm do ápice radicular. Nos canais vestibulares o preparo apical foi realizado até o tamanho #40 e no palatino #45, com exceção dos sistemas GT (término foi realizado com #20) e ProTaper (término em #25 e #30, respectivamente). Áreas não preparadas variaram entre 4 a 100% e se mostraram maiores nos canais méso-vestibulares e palatinos. O sistema GT deixou significativamente a maior área não preparada em todos os tipos de canal ($p < 0,05$).

Moore et al. (2009) avaliaram por μ CT as mudanças morfológicas do preparo no terço apical do canal radicular após o preparo por três técnicas de instrumentação. Molares superiores e inferiores, num total de 40 dentes, foram preparados por limas tipo K, limas tipo K + preparo apical com FlexMaster .04 e técnica híbrida ProTaper/FlexMaster. As amostras foram escaneadas antes e depois do preparo dos canais e o preparo do canal avaliado quanto à quantidade de remoção de dentina, o transporte do canal e a correlação das dimensões do preparo apical com aquelas do instrumento final usado. Os instrumentos rotatórios removeram menos quantidade de dentina e transportaram menos o canal radicular.

Varela-Patiño et al. (2010) investigaram a influência do tipo de rotação do instrumento endodôntico na frequência de fratura ou deformação do mesmo. Um total de 120 canais radiculares (molares superiores e inferiores) com ângulo de curvatura maior que 30° foram instrumentados. Os instrumentos ProTaper (S1, S2, F1, F2 e F3) foram utilizados em rotação contínua e alternada - 60° sentido horário e 45° sentido anti-horário. Cada instrumento foi utilizado até sua fratura ou deformação e os dentes montados de forma que toda a manipulação fosse realizada na mesma posição. Os resultados indicaram que os instrumentos usados com rotação alternada tiveram um maior número de usos (13,0) comparados ao grupo de rotação contínua (10,05) - diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Os

instrumentos ProTaper S1 e S2 foram os que apresentaram maior diferença em uso com rotação alternada, sendo o S2 o mais resistente à fratura ou deformação em ambos os tipos de movimentos usados.

O estudo feito por Taha et al. (2010) comparou três técnicas quanto ao preparo de canais radiculares ovais. Foram utilizados instrumentos manuais (limas tipo Hedstrom), o sistema rotatório EndoWave de NiTi e o AET para comparação. Pré-molares inferiores com secção transversal oval foram selecionados e divididos aleatoriamente em três grupos experimentais (n=13). Após o preparo dos canais radiculares, os dentes foram seccionados em três níveis (coronário, médio e apical), fotografados para acesso à secção transversal dos mesmos e processados para avaliação histológica da parede do canal e presença de debris. Nenhuma das técnicas resultou em um preparo e limpeza completos do canal. Nenhuma diferença significativa foi achada entre as três técnicas em relação à superfície não tocada, área de secção transversal e formato do canal radicular em todos os três níveis. Os instrumentos rotatórios EndoWave resultaram em menos debris no terço apical em comparação com o instrumento manual e o AET ($p = 0,002$). Tanto o AET, quanto os instrumentos manuais desempenharam um preparo significativamente melhor no terço médio considerando-se superfícies não tocadas ($p = 0,012$ e $p = 0,039$, respectivamente).

Paqué et al. (2010) avaliaram o preparo da superfície de canais radiculares de raízes distais de molares inferiores extraídos por quatro diferentes técnicas de instrumentação, usando a μ CT à resolução de 34 μ m. Um total de 48 dentes foi preparado da seguinte maneira: Grupo H/CF – limas tipo Hedstrom até #40, Grupo PT/1 – limas rotatórias ProTaper até F4, único canal; Grupo PT/2 - limas rotatórias ProTaper até F4, dois canais; Grupo PT/CF - limas rotatórias ProTaper até F4, movimento circunferencial. As amostras foram escaneadas antes e após o preparo dos canais e a porcentagem da superfície instrumentada acessada em todo comprimento do canal. Após o preparo, o grupo PT/1 mostrou maior porcentagem de superfícies não tratadas do que os grupos PT/2 e PT/CF. Entre os grupos, a quantidade de superfícies tratadas foi similar nos últimos 4 mm do ápice.

O trabalho de Machado et al. (2010) comparou dois sistemas rotatórios (ProTaper e Mtwo) no preparo do canal radicular em relação à desinfecção. Os

canais disto-vestibulares de 28 molares superiores foram esterelizados, alargados até uma lima manual #20 e depois contaminados com cultura de *Enterococcus faecalis*. Os espécimes foram incubados a 37°C por 72 horas e realizada contagem de unidades formadoras de colônias (UFC). De acordo com o sistema de instrumentação, os dentes foram divididos em dois grupos. Após instrumentação, outra coleta foi realizada para nova contagem de UFC. Os resultados não demonstraram haver diferença estatisticamente significativa entre os dois sistemas na redução bacteriana – redução de 81,94% para o ProTaper e 84,29% para Mtwo. Os autores concluíram que ambos os sistemas foram capazes de reduzir a quantidade de bactéria do canal radicular.

Siqueira et al. (2010) compararam a capacidade de remoção de *Enterococcus faecalis* entre a *Self Adjusting File* (SAF) e o sistema Biorace em 44 dentes humanos extraídos de secção transversal oval (incisivos inferiores e segundos pré-molares superiores). Após contaminação de todas as amostras por 30 dias, dois grupos experimentais foram criados: Grupo 1 - canais preparados até lima BR5 (40/.04) do sistema Biorace e Grupo 2 - canais preparados com a SAF. Amostras bacteriológicas foram feitas antes e após a instrumentação dos canais radiculares. Os resultados mostraram redução bacteriana em ambos os grupos, com melhores resultados no Grupo 2. O sistema SAF foi significativamente mais efetivo do que o sistema de instrumentação rotatória empregado.

O estudo proposto por Paqué e Peters (2011) avaliou o potencial de preparo de um novo instrumento de NiTi, a SAF. Foram selecionados canais ovais longos (canal distal de molares inferiores) que a seguir foram escaneados por um microtomógrafo à resolução de 20 µm. Os canais, após o preparo com o novo instrumento, foram novamente escaneados e as imagens reconstruídas tridimensionalmente. A avaliação de volume, área, transporte de canal e superfície preparada foi realizada. Os resultados mostraram que a SAF preparou mais superfícies do canal comparado aos preparos com instrumentos rotatórios realizados em estudo anterior. O transporte de canal foi maior ao nível de terço coronário do que no terço apical. A conclusão dos autores foi de que a Self-Adjusting File foi efetiva e segura no preparo de canais radiculares de secção transversal oval longa.

Rhodes et al. (2011) avaliaram em seu trabalho dois instrumentos para preparo de canais radiculares: o instrumento Vortex .06 (rotatório) e o instrumento

SafeSiders (reciprocante). As raízes mesiais de 50 molares inferiores extraídos com curvatura entre 20° e 50° foram selecionadas. De acordo com os instrumentos utilizados, as amostras foram divididas aleatoriamente em dois grupos. Os dentes foram embebidos em resina acrílica, de acordo com a técnica modificada de Bramante (Bramante et al., 1987; Hülsmann et al., 1999). Cortes horizontais foram realizados a 3, 6 e 9 mm do ápice radicular para permitir a obtenção de imagens pré e pós-operatórias. Ambas as imagens foram fotografadas e digitalizadas para posterior análise pelo programa Scion Image. Todos os canais radiculares foram preparados até um tamanho #40, tanto para os instrumentos rotatórios Vortex .06 de NiTi quanto para os instrumentos SafeSiders acoplados a uma peça de mão reciprocante. Os parâmetros de alargamento do canal, tempo de preparo e secção transversal pós-operatória foram avaliados. Pela análise dos resultados, os autores verificaram que o instrumento Vortex .06 manteve a trajetória inicial do canal, enquanto que os instrumentos SafeSiders demonstraram um preparo mais irregular e estreito. O preparo de toda a circunferência do canal radicular não foi possível com nenhum sistema.

Eid e Amin (2011) compararam a habilidade de preparo do canal radicular de limas manuais tipo Hedstrom, de um sistema rotatório (ProTaper) e de um sistema reciprocante (SafeSiders). Pré-molares que apresentavam canais com secção transversal oval-longa foram selecionados, num total de 45 dentes. Os dentes foram seccionados por um micrótomo de precisão em dois níveis do terço médio e remontados para instrumentação. As imagens pré e pós-operatórias foram sobrepostas para avaliação da mudança da razão e máximas dimensões VL/MD. Superfícies tocadas da superfície da parede do canal com mais de 200 µm de dentina removida do perímetro inicial do canal foram calculadas. Nenhuma das três técnicas foi capaz de preparar completamente o canal radicular oval. O instrumento manual e o rotatório de movimento contínuo prepararam melhor o canal oval do que o instrumento de movimento reciprocante SafeSiders.

Alves et al. (2012) compararam a redução bacteriana em canais radiculares ovais pela técnica de instrumento único e convencional rotatória. A informação foi obtida por dois métodos de quantificação: reação em cadeia de polimerase quantitativa (qPCR) e cultura. Foram utilizados 34 dentes extraídos com canal radicular oval (incisivos inferiores e segundos pré-molares superiores). Ao todo, 30

dentes foram contaminados com *Enterococcus faecalis* e divididos em dois grupos de acordo com a instrumentação realizada. Um grupo foi preparado com Reciproc R40 (ponta #40, conicidade .06) e o outro grupo com Biorace até o instrumento BR5 (ponta 40, conicidade .04). Os resultados mostraram que ambos os protocolos promoveram uma redução significativa de bactérias ($p < 0,001$). O qPCR revelou um maior número de *Enterococcus faecalis* do que o método de cultura. A técnica de instrumento único, comparada à técnica rotatória convencional em canais radiculares ovais, mostrou prover amplitude do preparo apical, volume de irrigantes e duração da irrigação semelhantes.

Bürklein et al. (2012) compararam a habilidade de preparo e efetividade de limpeza de dois sistemas recíprocos de único instrumento (Reciproc e WaveOne) com os instrumentos rotatórios Mtwo e ProTaper durante o preparo de canais radiculares curvos de dentes extraídos. Um total de 80 canais radiculares com curvatura entre 25° e 39° foram divididos em quatro grupos (n=20). Os grupos foram divididos quanto à homogeneidade do grau e raio de curvatura, dentes e a distância entre o ápice e junção cimento-esmalte. Grupo A: sistema Mtwo (10/.04; 15/.05; 20/.05; 25/.06 e 30/.05), Grupo B: sistema ProTaper (SX, S1, S2, F1, F2 e F3), Grupo C: Reciproc R25 e Grupo D: WaveOne 25. Nenhum instrumento fraturou durante o preparo dos canais radiculares. A instrumentação com Reciproc foi significativamente mais rápida do que todos os outros instrumentos utilizados. Contudo, não houve diferença estatisticamente significativa entre os sistemas Mtwo e ProTaper. Em nenhum dos sistemas foi notada a obstrução do canal por dentina, sobre extensão do preparo ou perda do comprimento de trabalho. A manutenção da curvatura original do canal foi observada em todos os instrumentos sem diferença estatisticamente significativa ($p = 0,382$). Quanto à remoção de debris, os instrumentos Mtwo e Reciproc conseguiram melhores resultados no terço apical ($p < 0,05$). Nos terços médio e cervical, não houve diferença entre Mtwo, Reciproc e WaveOne ($p > 0,05$), enquanto que o ProTaper mostrou significativamente mais debris residual ($p > 0,05$). Os resultados em relação à *smear layer* foram similares e não tiveram diferença significativa nas diferentes partes do canal radicular ($p > 0,05$).

O trabalho de Kim et al. (2012) comparou a resistência à fadiga cíclica e torsional de dois instrumentos de movimento de trabalho recíproco: Reciproc R25 e WaveOne (#25). O teste de fadiga cíclica foi realizado em um equipamento que

reproduzia o instrumento confinado em um canal curvo, com 45° de ângulo de curvatura e 6,06 mm de raio de curvatura. Movimento de vai-vem foi reproduzido simulando a situação clínica. O sistema Reciproc foi operado em movimento recíproco, assim como o sistema WaveOne, a 300 e 350 r.p.m respectivamente, e a lima ProTaper F2 operada em movimento horário completo a 300 r.p.m. A lima ProTaper F2 serviu de controle para a comparação. A resistência à torção foi avaliada num bloco metálico construído com um buraco cúbico (5 X 5 X 5), em que 5 mm da ponta de cada instrumento permanecia rígida. Foi aplicada uma rotação uniforme de 2 r.p.m em cada lima, para comparação da propriedade mecânica de cada instrumento. O número de ciclos até a fratura foi determinado pela medida do tempo para fratura. O comprimento do fragmento foi medido e a superfície da fratura examinada por microscópio eletrônico de varredura. Os resultados mostraram que o Reciproc teve um maior número de ciclos até a fratura e que o WaveOne apresentou a maior resistência à torção. Ambos os sistemas recíprocos mostraram uma maior resistência à fadiga cíclica e torsional do que o ProTaper ($p < 0,05$). Os autores concluíram que as duas marcas de limas de NiTi para uso em movimento recíproco parecem ter propriedades mecânicas superiores.

Para comparar a efetividade de uma técnica híbrida de instrumentação rotatória (Sistema GT e Profile) e uma técnica convencional de instrumentação rotatória (protocolo Race), com foco no aumento apical em molares inferiores, Markvart et al. (2012) utilizaram 11 molares superiores e sete molares inferiores. Quantificação e visualização de detalhes espaciais da eficiência da instrumentação também foram realizadas. Os dentes foram divididos em dois grupos e escaneados pelo microtomógrafo (resolução 20 μ m) antes e depois do preparo utilizando-se os mesmos parâmetros. Os autores verificaram não haver diferença entre as técnicas usadas em relação às superfícies não preparadas e aumento de volume. Canais distais e palatinos tiveram os níveis mais altos de superfícies não preparadas. Quanto maior o tamanho e a complexidade do canal radicular, maior a superfície não preparada, independente da técnica utilizada.

Stern et al. (2012) avaliaram a habilidade de centralização, transporte e preparo do canal realizado por instrumentos ProTaper usados em movimento recíprocante e Twisted Files usados em movimento de rotação contínua. Compararam as mudanças de volume, área e formato do canal obtidas com as

diferentes técnicas de instrumentação usando a μ CT. Os canais mesiais de 30 molares inferiores extraídos foram divididos aleatoriamente em três grupos: Grupo 1 – canais preparados ProTaper até F2 (n=20), Grupo 2 – canais preparados ProTaper F2 em movimento recíprocante (n=20), e Grupo 3 – canais preparados com Twisted Files (n=20). Os dentes foram escaneados pelo microtomógrafo à resolução de 28 μ m, antes e depois do preparo dos canais radiculares. Os resultados mostraram que os aumentos em volume nos terços apical, médio e cervical obtidos pelas diferentes técnicas de instrumentação não foram estatisticamente significativos ($p > 0,05$). Quanto ao transporte, os canais foram na sua maioria, transportados para mesial nos terços apical e médio e para a furca no terço cervical. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi achada quanto ao transporte e centralização entre as técnicas empregadas ($p > 0,05$).

O estudo de Ruckman et al. (2013) comparou a habilidade de descontaminação de canais ovais longos pela SAF, pelo sistema rotatório ProFile e pelo instrumento manual tipo K. Os canais dos dentes selecionados foram preenchidos com material de contraste médio (Vitapex) e instrumentados pelos instrumentos citados (n=10 para cada instrumento) com 20 mL de solução salina. Radiografias pré e pós-operatórias foram feitas e submetidas à subtração digital e então a porcentagem de redução do contraste quantificada a 0-5 mm e 5-10 mm do ápice. As três técnicas foram capazes de remover o contraste de forma equivalente no segmento 0-5 mm do canal oval longo. Entretanto, a Self-Adjusting File preparou o canal significativamente melhor do que o instrumento manual no segmento 5-10 mm.

Diferentes técnicas de preparo do canal radicular de secção transversal oval longa têm sido propostas e os resultados continuamente relatados na literatura. Esses resultados, nos revelam a dificuldade de completamente preparar canais ovais longos e manter o seu contorno original. Destaca-se assim, a necessidade de estudos continuados para trazer mais informações sobre instrumentos e técnicas de instrumentação na tentativa de suprir as deficiências detectadas, sobretudo com o surgimento de novas propostas com inovações principalmente, na cinemática de uso.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar, *ex vivo*, o preparo de canais radiculares ovais longos de molares inferiores realizado por dois sistemas mecanizados: o sistema Reciproc (VDW, Munique, Alemanha) com movimentos reciprocantes e o Biorace (FKG Dentaire, LA Chaux-de Fonds, Suíça), sistema rotatório de movimento contínuo, admitindo como hipótese experimental que o sistema Reciproc melhor prepara os canais radiculares ovalados do que o sistema que apresenta cinemática rotatória contínua. Como critérios de qualidade do preparo, avaliou-se as mudanças de volume e as superfícies não preparadas do canal radicular, após o uso de cada sistema, utilizando a microtomografia computadorizada.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O material e métodos utilizados na pesquisa foram detalhadamente descritos abaixo.

4.1 Material

30 molares inferiores humanos extraídos - Banco de Dentes Permanentes da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP);

Instrumentos de movimento recíprocante - Reciproc (VDW, Munique, Alemanha);

Instrumentos de rotação completa – Biorace (FKG Dentaire, LA Chaux-de Fonds, Suíça);

Agulhas para irrigação NaviTips (Ultradent, São Paulo, SP);

Algodão (SSplus, São Paulo, SP);

Aparelho de Raios-X (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo);

Autoclave Vitale 21 (Cristófoli, Paraná, PR);

Brocas esféricas diamantadas 1014 (KG Sorensen, São Paulo, SP);

Broca Endo-Z (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);

Câmara escura (Essence Dental, Araraquara, São Paulo);

Caneta de alta rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP);

Cânulas succionadoras do tipo Capillary Tip (Ultradent, São Paulo, SP);

Cera utilidade (Wilson Polidental, São Paulo, SP);

Cimento temporário Coltosol (Vigodent, Rio de Janeiro, RJ);

Colgaduras (Jon, São Paulo, SP);

Computador (Mac OSX version 10.7.5, Califórnia, EUA);

Contra-ângulo Sirona 6:1 (Sirona, Bensheim, Alemanha);

EDTA a 17% (Farmácia Fórmula e Ação, São Paulo, SP);

Espelho clínico (Hu-Friedy, Chicago, EUA);

Explorador de ponta reta (Hu-Friedy, Chicago, EUA);

Filmes Radiográficos E-Speed (Kodak, São Paulo, SP);

Fixador (Kodak, São Paulo, SP);

Gel de Endo PTC (Farmácia Fórmula e Ação, São Paulo, SP);

Hipoclorito de sódio a 1% (Farmácia Fórmula e Ação, São Paulo, SP);

Limas manuais tipo K #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);

Limas manuais tipo K #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);

Limas manuais tipo K #20 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);

Máquina Fotográfica DSC-HX1 (Sony, Japão);

Microscópio operatório (Alliance, São Paulo, SP);

Microtomógrafo de Raios-X de alta resolução (SkyScan 1172; Kontich, Bélgica);

Motor elétrico VDW. SILVER RECIPROC (VDW, Munique, Alemanha);

Pontas de papel absorventes estéreis (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);

Programa CTan v1.12.0.0 (SkyScan, Kontich, Bélgica);

Programa CTVol v.2.2.1.0 (SkyScan, Kontich, Bélgica);

Programa Image Tool (University of Texas Science Center, Califórnia, EUA);

Programa Estatístico BioEstat 5.0 (Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil);

Programa MatLab R2012b 8.0.0.783 (Mathworks, Natick, EUA);

Programa MeshLab v1.3.2 (Istituto di Scienza e tecnologie dell'Informazione, Pisa, Itália);

Programa NRecon v1.6.6.0 (SkyScan, Kontich, Bélgica);

Régua milimetrada endodôntica (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);

Revelador (Kodak, São Paulo, SP);

Seringa plástica 5 mL (Ultradent, São Paulo, SP);

Soro fisiológico (LBS Laborasa, São Paulo, SP).

4.2 Métodos

Este trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP) e aprovado sob o número CAAE 01835012.4.0000.0075 (Anexo A).

4.2.1 Seleção dos dentes / Critérios de inclusão e exclusão:

Foram selecionados trinta molares inferiores humanos extraídos, solicitados e cedidos pelo Banco de Dentes Permanentes Humanos da FOUSP.

Os dentes, selecionados com base nos critérios de inclusão, apresentavam rizogênese completa, ausência de calcificações, reabsorções, fraturas radiculares e tratamento endodôntico anterior verificados radiograficamente através de tomadas nos sentidos VL e MD. Possuíam um único canal na raiz distal e ângulo de curvatura menor que 20° (Schneider, 1971). Quando o diâmetro VL era pelo menos duas vezes e meia maior que o diâmetro MD ao nível de 5 mm do ápice radicular, os canais foram classificados como ovais longos (Wu et al., 2000; Jou et al., 2004).

Estas mensurações foram feitas por um sistema computadorizado de processamento digital de imagens, o Image Tool (University of Texas Science Center, Califórnia, EUA). É importante ressaltar que as raízes distais dos dentes selecionados para o grupo 1 (G1 – Reciproc R40) também permitiram a inserção de um instrumento manual tipo K #20 de forma passiva até o comprimento real de trabalho (CRT), para correta seleção do instrumento R40 para o preparo do canal radicular.

4.2.2 Preparo dos dentes e divisão dos grupos experimentais

Os dentes foram limpos, esterilizados em autoclave e mantidos hidratados em soro fisiológico até o início do experimento (Imparato et al., 2003; Freire, 2010).

O acesso cirúrgico foi realizado com brocas esféricas diamantadas 1014 em alta rotação na trepanação da câmara pulpar e remoção de teto, e brocas Endo-Z para dar a forma de conveniência e alisamento das paredes do preparo. As câmaras pulpares permaneceram vedadas com algodão e material selador temporário sempre que não manipuladas.

As raízes distais dos molares inferiores foram utilizadas, preparadas e tiveram seus canais radiculares explorados com uma lima manual tipo K #10. O CRT determinado quando a extremidade do instrumento foi observada através do forame apical, com auxílio de um microscópio operatório (Alliance, São Paulo, SP) em um aumento de oito vezes, recuando-se um milímetro.

Os dentes foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos experimentais:

- grupo G1 – Reciproc R40 (n=15);
- grupo G2 – Biorace (n=15).

4.2.3 Microtomógrafo de raios-X

O método de avaliação dos preparos dos canais radiculares foi o da microtomografia computadorizada (μ CT).

As imagens tomográficas foram obtidas utilizando-se o microtomógrafo de raios-X SkyScan 1172 (Figura 4.1), localizado no Laboratório Multiusuário para Análises de Imagens Tridimensionais de Tecidos Biológicos (LAB 3D BIO) da Faculdade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP-USP).

Figura 4.1 – Microtomógrafo de raios-X SkyScan 1172 no LAB 3D BIO

O modelo 1172 da SkyScan é composto por um tubo de raios-X de microfoco com fonte de alta tensão (100 kV, 100 μ A), um porta-amostra com manipulador de precisão e um detector baseado em câmera de CCD de 10 Mp (4000 x 2300 pixel) conectados a um computador (*host*), interligado em rede a um cluster de computadores utilizados na reconstrução das imagens (Lasso et al., 2008).

A fonte de microfoco de raios-X ilumina o objeto e um detector planar de raios-X coleta as imagens projetadas. Baseado em centenas de perspectivas angulares adquiridas enquanto o objeto rotaciona, o computador sintetiza uma pilha de cortes transversais virtuais através do objeto, tornando possível a inspeção da estrutura interna do mesmo (Figura 4.2).

Figura 4.2 – Princípio de operação do microtomógrafo de raios-X

Após a execução do piloto do projeto, foram estipulados os parâmetros a serem usados neste estudo para a aquisição das imagens (Apêndice A). Os escaneamentos foram realizados a uma potência de 100 kV e 100 μ A, com filtro de alumínio e cobre. Os objetos rotacionados a 180°, com 0,4° de velocidade de rotação. O tempo total para escaneamento da imagem foi de 49 minutos e o total para a reconstrução da imagem de 13 minutos, perfazendo uma hora e dois minutos para digitalização e reconstrução de uma imagem com tamanho de voxel isotrópico de 11,88 μ m (Figura 4.3).

Figura 4.3 – Digitalização e reconstrução da imagem

4.2.4 Preparo das amostras e leitura das medidas pré-operatórias

Os dentes foram incluídos em cera (um a um), com a oclusal voltada para baixo e montados em um suporte para amostra com diâmetro interno de 15 mm. Este suporte foi firmemente acoplado à mesa giratória do aparelho, por meio de um parafuso de controle manual (Figura 4.4) e a aquisição das imagens iniciada após o fechamento do compartimento da câmara do microtomógrafo.

Figura 4.4 – Detalhe do posicionamento da amostra no microtomógrafo

As imagens foram reconstruídas a partir de projeções angulares por meio do algoritmo de reconstrução de feixe cônico de Feldkamp modificado. As reconstruções foram feitas no modo padrão. O programa utilizado foi o NRecon v1.6.6.0 para a completa representação da microestrutura interna de cada dente (Apêndice B).

Após a reconstrução das imagens de todas as amostras, os dentes foram removidos do porta-amostra e submetidos à fase de preparo dos canais radiculares.

A leitura das medidas pré-operatórias foi feita utilizando-se o programa CTan v1.12.0.0. Este programa permitiu a análise dos modelos virtuais dos canais distais dos trinta molares inferiores usados na amostra e a mensuração do volume do canal

radicular, a partir dos cortes axiais obtidos no escaneamento antes do preparo com os sistemas Reciproc e Biorace.

Para cada canal, a reconstrução e a avaliação foram feitas do ápice radicular até a junção cimento-esmalte, em aproximadamente 400 cortes por espécime - volume de interesse (Peters et al., 2000). O CTan permitiu a análise volumétrica em 2D/3D e, posteriormente, a utilização do programa CTVol v.2.2.1.0 permitiu a visualização tridimensional e a avaliação qualitativa das imagens obtidas.

Com a utilização do programa CTan, inicialmente foi realizada a delimitação da região de interesse para análise (canal distal) e em seguida a binarização da imagem, a partir de operações matemáticas para alteração dos valores dos píxeis do canal radicular. A binarização ou segmentação é a conversão da imagem com níveis de cinza para uma imagem com dois tons (preto/branco) a fim de permitir a identificação de objetos, separando-os do fundo da imagem. A etapa subsequente foi a de utilização da ferramenta *Custom Processing* e de uma sequência de *plug-ins* para a padronização e automatização do processo de obtenção de informações (Figura 4.5).

Figura 4.5 – Programa CTan: Delimitação da região de interesse (A); binarização da imagem (B) e utilização da ferramenta *Custom Processing* (C)

A sequência de *plug-ins* utilizada encontra-se descrita no apêndice C. Para cada análise foi gerada uma sequência, ou *task list*, do canal radicular. Assim, quando da análise do canal radicular pós-preparo, esta mesma sequência pode ser importada e utilizada. Por meio do *plug-in 3D analysis*, obteve-se a análise

quantitativa do volume (mm³). Esses valores foram obtidos para todo o canal, como também foi feita uma avaliação por terços: cervical, médio e apical.

4.2.5 Preparo dos Canais

O preparo dos canais radiculares em todos os grupos experimentais foi realizado por um único operador.

4.2.5.1 Grupo G1 – Reciproc R40 (n=15)

Neste grupo foram utilizadas as raízes distais de quinze molares inferiores que permitiram a introdução de uma lima manual tipo K #20 passivamente até o CRT, como critério de seleção correta do instrumento R40 (40/.06) para preparo das mesmas. Nenhum instrumento manual foi utilizado para criar um caminho livre para a utilização do R40, seguindo instruções do fabricante. O acionamento do instrumento R40 foi realizado pelo motor elétrico VDW. Silver ajustado para movimento reciprocante, acoplado ao contra-ângulo Sirona 6:1 de acordo com as instruções do fabricante. O instrumento acoplado ao contra-ângulo operou num movimento reciprocante de 10 ciclos por segundos, levando 3 ciclos reciprocantes para rotacionar 360° (Alves et al., 2012). Após a determinação do CRT, os canais radiculares foram preparados na sequência descrita a seguir (Bürklein et al., 2012; Alves et al., 2012): a) inserção lenta do instrumento acionado no canal radicular em movimento de vai-vem e pincelamento; b) amplitude do movimento não excedeu 3 mm, com pouca pressão apical; c) remoção do instrumento após 3 “bicadas” no canal radicular; d) irrigação, aspiração e inundação do canal radicular, limpeza do instrumento com gaze e continuação do preparo do canal com o instrumento R40 até que o mesmo atinja aproximadamente 2/3 do comprimento de trabalho (sempre verificando com uma lima manual tipo K #10 se não houve obstrução do canal) e e) avanço do instrumento até o CRT estabelecido. A cada remoção do instrumento

houve renovação da substância química auxiliar, empregando-se 3 mL de hipoclorito de sódio a 1% associado ao gel de Endo PTC (Freire, 2010).

O instrumento R40 foi usado com movimento de vai-vem e pincelamento lateral (Alves et al., 2012; Machado et al., 2013) para permitir o preparo de todas as paredes dos canais com secção transversal oval longa, o que também facilitou o avanço do instrumento até o comprimento desejado (Figura 4.6).

Figura 4.6 – Visor programado do motor VDW. Silver para movimento recíprocante (A) e detalhe do instrumento R40 (B)

Por ser o Reciproc de uso único, quinze instrumentos foram utilizados, evitando-se desta forma influenciar os resultados obtidos. A irrigação final foi realizada com 5 mL de EDTA a 17%, seguido de mais 5 mL de hipoclorito de sódio a 1% (Freire, 2010; Siqueira et al., 2010). Os canais foram depois aspirados com cânula suçora do tipo Capillary Tip e secos com pontas de papel absorventes estéreis. As câmaras pulpares foram seladas com material selador temporário Coltosol.

4.2.5.2 Grupo G2 – Biorace (n=15)

Os canais radiculares das raízes distais de quinze molares inferiores selecionados para este grupo foram preparados da seguinte maneira:

instrumentação manual com limas tipo K # 10 e 15 no CRT e depois instrumentação com as limas do sistema Biorace com utilização do motor elétrico VDW. Silver ajustado à movimento de rotação completa a 500 r.p.m. A sequência do sistema Biorace é a sugerida pelo fabricante e seguida em artigos da literatura (Debelian; Blitzkow, 2009; Alves et al., 2011). A primeira lima rotatória BR0 (25/.08) preparou os 4-6mm do terço cervical do canal, a BR1 (15/.05), BR2 (25/.04) e BR3 (25/.06) trabalharam no CRT. A BR3 chegou facilmente ao CRT, portanto a BR4 (35/.04) e a BR5 (40/.04) realizaram o preparo apical final (Figura 4.7).

Figura 4.7 – Visor programado do motor VDW. Silver para movimento rotatório completo (A) e sequência do sistema Biorace BR0 a BR5 (B)

Os instrumentos foram utilizados em movimento de vai-vem com lateralidade (pincelamento) contra as paredes do canal radicular. A cada troca de lima foi utilizado como substância química auxiliar 3 mL de hipoclorito de sódio a 1% associado ao gel de Endo PTC (Freire, 2010). Foi feita a recapitulação com lima manual tipo K #10 no CRT a cada troca de instrumento. O conjunto seringa e agulha NaviTips 30 gauge foi utilizado em movimentos de vai-vem.

A irrigação final foi realizada com 5 mL de EDTA a 17%, seguido de mais 5 mL de hipoclorito de sódio a 1% (Freire, 2010; Siqueira et al., 2010). Os canais foram aspirados com cânula suçora do tipo Capillary Tip e secos com pontas de papel absorventes estéreis. As câmaras pulpare foram seladas com material selador temporário Coltosol.

A fim de evitar fratura do instrumento, não interferir na qualidade do preparo e em acordo com trabalhos na literatura (Debelian; Blitzkow, 2009; Bonaccorso et al., 2009), cada jogo básico do sistema Biorace foi utilizado três vezes.

4.2.6 Preparo das amostras e leitura das medidas pós-operatórias

Terminados os preparos, as amostras foram reposicionadas no porta-amostra e novas imagens foram capturadas pelo microtomógrafo e armazenadas. Foram utilizados os mesmos parâmetros descritos anteriormente. A leitura das medidas pós-operatórias também foi realizada da mesma forma descrita anteriormente nas medidas pré-operatórias.

4.2.7 Análise dos resultados

Para os dois grupos experimentais, as reconstruções das imagens foram feitas do ápice radicular até a junção cimento-esmalte, gerando aproximadamente 400 cortes por espécime.

Os programas CTan v1.12.0.0 e CTVol v.2.2.1.0. permitiram a avaliação quantitativa e qualitativa das imagens. A análise quantitativa pelo CTan se deu por meio da análise 3D do volume do canal radicular e a avaliação qualitativa foi realizada pela sobreposição dos modelos tridimensionais dos canais gerados pela análise 3D do programa CTan e abertos no programa CTvol. Esta sobreposição permitiu observar as superfícies tocadas pelos instrumentos após o preparo do canal radicular. Por convenção (Rhodes et al., 1999), os modelos dos canais pré-preparo foram coloridos de verde e os modelos dos canais pós-preparo coloridos de vermelho. Entretanto, o programa CTvol não permite o alinhamento dos modelos antes e após o preparo do canal radicular, apenas a sobreposição manual destes e portanto, o programa MeshLab v1.3.2 também foi usado no presente estudo. Este programa gratuito permitiu o processamento e a edição das estruturas

tridimensionais. Uma de suas ferramentas (*Align*) possibilitou o alinhamento dos modelos reconstruídos obtidos na análise 3D do programa CTan, o que determinou uma visualização qualitativa mais acurada do que a permitida com o programa CTvol. A figura 4.8 compara numa mesma amostra, a qualidade da análise permitida pelos dois programas.

Figura 4.8 – Sobreposição dos modelos reconstruídos antes do preparo (cor verde) e após o preparo (cor vermelha) no programa CTvol (A) e no programa MeshLab (B)

A análise do volume foi realizada de acordo com os trabalhos mais recentes encontrados na literatura (Peters et al., 2001; Paqué et al., 2009; Paqué et al., 2010; Peters et al., 2010; Paqué; Peters, 2011, Versiani et al., 2011, Stern et al., 2012) e a mudança do volume do canal radicular foi calculada subtraindo-se os valores dos canais preparados daqueles dos canais antes do preparo.

A porcentagem do aumento ($\%\Delta$) do volume foi calculada usando os valores mensurados antes (A) e depois (D) do preparo dos canais radiculares, de acordo com a fórmula (Versiani et al., 2011):

$$\%\Delta = (A * 100/D) - 100$$

Estas avaliações do volume foram feitas considerando todo o canal radicular, assim como cada terço do dente: cervical, médio e apical. As imagens dos canais radiculares antes e após o preparo não foram sobrepostas para esta avaliação.

A análise quantitativa das superfícies não preparadas foi feita pela sobreposição das imagens das secções transversais do canal radicular obtidas antes e após o preparo do mesmo. Foram selecionados cinco cortes em cada terço do canal radicular. A determinação dos cortes foi feita da seguinte forma para cada dente da amostra: a) divisão do comprimento do canal (em milímetros) do ápice até a junção cimento-esmalte por três para determinação do comprimento de cada terço, b) divisão do comprimento de cada terço por cinco para obtenção dos cortes transversais para avaliação. O cálculo das superfícies não preparadas da parede do canal radicular foi realizado pela subtração do número total de voxels da superfície pelo número de voxels estáticos da superfície. Para que a análise fosse fidedigna, para que a subtração dos voxels fosse feita da forma mais fiel possível, as imagens obtidas pelo escaneamento pós-preparo foram registradas, alinhadas, em relação às imagens pré-preparo pelo programa de alta performance MatLab R2012b 8.0.0.783.

Primeiramente foi escrito um conjunto específico de linhas de código, capaz de: carregar as imagens digitalizadas na forma de matrizes, rotacioná-las e redimensioná-las (caso necessário); encontrar a localização do canal e das superfícies preparadas e não preparadas e comparar estas superfícies. Após cada uma destas operações realizadas automaticamente, os dados obtidos pela análise geométrica das imagens, tais como ângulo de rotação, posição dos canais, posição do centro da imagem, valores das superfícies tratadas e não tratadas, foram apresentados para análise na forma numérica e visual. Desta forma, foi possível verificar a exatidão dos resultados em tempo real.

A sequência de operação realizada no MatLab foi a seguinte: as imagens, antes e após o preparo, previamente selecionadas em cada terço do canal radicular foram carregadas no espaço de trabalho do MatLab na forma de matrizes 369 linhas x 324 colunas. Após a binarização para preto e branco, a superfície de cada secção transversal foi aproximada a uma elipse e o ângulo entre o eixo principal dessa elipse e o eixo das coordenadas foi medido. A seguir, o centro de cada imagem foi

localizado. Com base nas informações do ângulo e da posição do centro, a imagem sofreu rotação e os centros foram alinhados.

A seguir, o canal em cada uma das seções transversais foi identificado e isolado automaticamente. Após tal identificação, as imagens foram recortadas para garantir que o número de voxels em ambas as imagens representassem adequadamente as dimensões reais de cada seção transversal, evitando distorções e permitindo exatidão no cálculo. Por último, as superfícies foram medidas e a proporção entre as superfícies não preparadas e as superfícies preparadas do canal calculada.

5 RESULTADOS

Os resultados obtidos neste trabalho foram tabulados e submetidos ao teste D'Agostino (para $n \geq 10$) para a identificação da normalidade das amostras. Verificou-se que as colunas 2 e 4 (Apêndice D) e as colunas 1 e 6 (Apêndice E) apresentaram distribuição não normal. Diante da não normalidade das distribuições destes grupos, optou-se por testes não paramétricos. Para a análise entre os grupos, tanto para avaliação do aumento do volume, quanto para as superfícies não preparadas, o teste de Mann-Whitney foi aplicado. O teste não paramétrico de Kruskal-wallis foi o escolhido para análise intra-grupo, para a comparação do preparo do mesmo sistema nos diferentes terços do canal (comparação de três amostras independentes). O teste foi complementado pelo método de Dunn, já que pelo menos dois grupos apresentaram diferenças e para determinar quais dos grupos eram diferentes.

Nenhum instrumento do sistema Reciproc ou do sistema Biorace fraturou durante o experimento.

5.1 Mudanças no volume do canal radicular

Os valores originais do volume (em milímetros cúbicos) dos canais radiculares obtidos no escaneamento antes e após o preparo com os sistemas Reciproc e Biorace, encontram-se no apêndices F e G, respectivamente. Estes valores foram calculados para o canal como um todo, assim como para cada terço do canal – cervical, médio e apical.

O aumento do volume do canal radicular (volume pós-operatório – volume pré-operatório) foi calculado para todo o canal radicular e para cada terço e encontra-se, para ambos os sistemas, no apêndice H.

Os valores da porcentagem ($\%\Delta$) do aumento do volume foram calculados pela fórmula: $\%\Delta = (A * 100/D) - 100$ (Versiani et al., 2011), onde (A) representa o antes e (D) o depois. Estes valores foram calculados para todo o canal radicular e cada terço do canal e encontram-se para os dois sistemas estudados no apêndice I.

As alterações morfométricas do aumento de volume, em milímetros cúbicos, do canal radicular como um todo e em cada terço estão representadas na tabela 5.1 e ilustradas na figura 5.1.

Tabela 5.1 - Alterações morfométricas (média $\pm$ desvio padrão) absolutas (Δ) e percentuais ($\%\Delta$) do aumento do volume do canal radicular como um todo e em cada terço para os sistemas Reciproc e Biorace

Sistema		total	1/3 cervical	1/3 médio	1/3 apical
Reciproc	Δ	2,52 $\pm$ 1,66 *	1,53 $\pm$ 0,96	0,67 $\pm$ 0,44	0,45 $\pm$ 0,28 *
	$\%\Delta$	27,52 $\pm$ 18,98	28,08 $\pm$ 18,55	26,04 $\pm$ 19,13	44,04 $\pm$ 18,64 *
Biorace	Δ	2,24 $\pm$ 1,96 *	1,36 $\pm$ 1,30	0,68 $\pm$ 0,63	0,30 $\pm$ 0,19 *
	$\%\Delta$	26,31 $\pm$ 18,39	26,22 $\pm$ 20,30	26,23 $\pm$ 19,29	35,43 $\pm$ 19,71 *

*Diferença estatisticamente significativa entre os grupos na mesma coluna ($p < 0,5$)

Figura 5.1 – Médias e desvios-padrão do aumento do volume para os sistemas Reciproc e Biorace considerando todo o canal radicular e cada um de seus terços

O teste de Mann-Whitney foi aplicado na análise do aumento do volume do canal radicular entre os grupos, comparando-se dois a dois (Apêndice J). O preparo do canal radicular da raiz distal de molar inferior resultou em aumento de volume, com diferença significativa entre os grupos, no canal como um todo e no terço apical ($p < 0,5$).

Na tabela 5.1, também é possível observar que o percentual máximo de aumento do volume para o sistema Reciproc foi ao nível de terço apical (44,04%), assim como para o sistema Biorace (35,43%). Este percentual de aumento do volume para o sistema Reciproc foi estatisticamente significativo ao nível de 5%, na comparação com o Biorace (Apêndice K). Nos demais terços do canal radicular, os sistemas não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p > 0,5$). Na comparação entre o sistema Reciproc e Biorace, com relação ao percentual de aumento do volume do canal radicular como um todo, também não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,5$).

5.2 Superfícies não preparadas do canal radicular

Os valores das superfícies não preparadas de cada amostra (expressos em voxel), avaliados nos cinco cortes transversais selecionados para cada terço do canal radicular: cervical, médio e apical, para os sistemas Reciproc e Biorace, encontram-se no apêndice L. A porcentagem de superfícies não preparadas nos mesmos cinco cortes transversais selecionados em cada terço do canal, para cada dente, encontra-se no apêndice M.

As alterações morfométricas das superfícies não preparadas, em cada terço do canal radicular para os sistemas Reciproc e Biorace, estão apresentadas na tabela 5.2 e ilustradas na figura 5.2.

Tabela 5.2 - Alterações morfométricas (média $\pm$ desvio padrão) absolutas (Δ) e percentuais ($\% \Delta$) das superfícies não preparadas em cada terço do canal radicular para os sistemas Reciproc e Biorace

Sistema		1/3 cervical	1/3 médio	1/3 apical
Reciproc	Δ	57,10 $\pm$ 1,93 *	59,89 $\pm$ 1,89 *	3,30 $\pm$ 0,45 *
	$\% \Delta$	18,14 $\pm$ 8,37 *	21,82 $\pm$ 9,55 *	5,39 $\pm$ 3,26 *
Biorace	Δ	29,16 $\pm$ 1,39 *	35,71 $\pm$ 1,32 *	14,99 $\pm$ 0,86 *
	$\% \Delta$	8,14 $\pm$ 3,61 *	11,35 $\pm$ 5,50 *	9,70 $\pm$ 6,97 *

*Diferença estatisticamente significativa entre os grupos na mesma coluna ($p < 0,0001$)

Figura 5.2 – Médias e desvios-padrão das superfícies não preparadas em cada terço do canal radicular para os sistemas Reciproc e Biorace

Os resultados do teste estatístico de Mann-Whitney aplicado para a comparação entre os sistemas em cada terço do canal radicular (Apêndice N), mostraram que a diferença nas superfícies não preparadas entre os grupos foi significativa ($p < 0,0001$). Na comparação dos sistemas no terço cervical e médio, o sistema Biorace mostrou deixar menos superfícies não preparadas do que o sistema Reciproc. O sistema Reciproc mostrou melhor preparar o terço apical do canal radicular, sendo o resultado estatisticamente significativo comparado com o sistema Biorace no mesmo terço ($p < 0,0001$).

A média percentual das superfícies não preparadas de ambos os sistemas, nos três terços avaliados (Apêndice O), mostrou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,0001$). A qualidade do preparo foi melhor no sistema Biorace nos terços cervical e médio, e no terço apical para o sistema Reciproc.

Para que a avaliação das superfícies não preparadas fosse possível, em relação ao canal radicular como um todo, foi calculada a média total da porcentagem de superfícies não preparadas para cada sistema, pela soma de todos os cortes avaliados em todos os terços e divisão deste valor pelo número de cortes (Apêndice P). O teste de Mann-Whitney foi aplicado para comparar os sistemas (Apêndice Q) e o sistema Biorace foi melhor na qualidade do preparo, deixando menos superfícies

não preparadas (9,73%) que o Reciproc ($p < 0,0001$). O sistema Reciproc deixou 40% mais superfícies não preparadas que o sistema Biorace.

Na figura 5.3 estão dispostos alguns modelos reconstruídos representativos dos canais distais do grupo do sistema Reciproc antes do preparo (cor verde) e após o preparo (cor vermelha) e depois a sobreposição destes modelos, ilustrando qualitativamente, as superfícies preparadas e não preparadas dos canais radiculares pelo instrumento. Da mesma forma, a figura 5.4 demonstra alguns modelos reconstruídos do grupo do sistema Biorace.

Figura 5.3 – Visão dos modelos reconstruídos antes do preparo (cor verde), após o preparo do canal com o sistema Reciproc (cor vermelha) e a sobreposição dos canais radiculares

Figura 5.4 – Visão dos modelos reconstruídos antes do preparo (cor verde), após o preparo do canal com o sistema Biorace (cor vermelha) e a sobreposição dos canais radiculares

Na comparação da ação do mesmo sistema nos diferentes terços do canal radicular, o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi empregado, com complementação pelo Método de Dunn (Apêndice R, Reciproc; Apêndice S, Biorace). A comparação foi feita entre todos os terços do canal, tanto para o sistema Reciproc quanto para o sistema Biorace. Os resultados mostraram que ambos os sistemas deixaram menos superfícies não preparadas no terço apical do canal radicular ($p < 0,05$). Na comparação entre os terços cervical e médio, houve diferença estatisticamente significativa, apresentando o terço cervical menos superfícies não preparadas.

6 DISCUSSÃO

A Endodontia envolve o correto diagnóstico e o tratamento das patologias que acometem a polpa e suas consequências nos tecidos periapicais adjacentes. O preparo e a limpeza eficientes do canal radicular representam um passo decisivo para alcançar os objetivos do tratamento endodôntico (Hülsmann et al., 2005).

Um destes objetivos é a remoção da camada de dentina infectada, o que é particularmente difícil no preparo de canais radiculares com secção transversal diferente da circular: ovais, ovais longos ou achatados. A dificuldade é inerente à permanência de superfícies não preparadas na parede destes canais, independentemente da técnica de instrumentação utilizada (Wu; Wasselink, 2001; Barbizam et al., 2002; Rödig et al., 2002; Weiger et al., 2002; Wu et al., 2003; Ruttermann et al., 2007; ElAyouti et al., 2008; Paqué et al., 2010). Os recessos infectados têm potencial de reter as bactérias persistentes, que podem comprometer o sucesso do tratamento endodôntico (Metzger et al., 2010; Alves et al., 2011). Na tentativa de estender o preparo do canal para certas direções, a fim de incluir estas áreas, pode-se levar à complicações como perfurações ou rasgos, na zona de perigo do canal (Weiger et al., 2002; ElAyouti et al., 2008).

Diante desta problemática, várias técnicas de preparo e instrumentos têm sido estudados e relatados na literatura, na tentativa de melhor sanar a dificuldade de preparo destes canais, e em especial, de canais ovais longos (Paqué et al., 2010; Alves et al., 2011; Eid; Amin, 2011; Alves et al., 2012; Ruckman et al., 2013). Gutiérrez e Garcia (1968) já afirmavam a dificuldade de limpeza de canais irregulares, pelo fato do diâmetro do canal ser maior que o diâmetro do instrumento utilizado. Em outras palavras, as mudanças na geometria do canal radicular após o preparo são mais dependentes do tipo de canal do que da técnica ou instrumentos usados para preparar o canal (Peters et al., 2001).

Diversos autores propuseram, ao longo dos anos, diferentes técnicas de instrumentação, para obtenção de um melhor resultado quanto à qualidade do preparo de canais ovalados. Entre as técnicas pode-se citar: a do pré-alargamento com instrumentos rotatórios (Torabinejad, 1994); a das forças balanceadas (Roane

et al., 1985; Wu; Wasselink, 2001; Wu et al., 2003); a do movimento rotatório contínuo (Barbizam et al., 2002; Weiger et al., 2002; ElAyouti et al., 2008; Machado et al., 2010); a do movimento oscilatório (Rüttermann et al., 2007; Taha et al., 2010); a do movimento reciprocante (Grande et al., 2007; Eid; Amin, 2011; Rhodes et al., 2011; Bürklein et al., 2012; Stern et al., 2012) e a do instrumento único (Metzger et al., 2010; Hof et al., 2010; Paqué; Peters, 2011; Versiani et al., 2011; Alves et al., 2012; Ruckman et al., 2013).

Wu et al. (2003) avaliando o método das forças balanceadas, verificaram que os instrumentos manuais e rotatórios de grande conicidade foram incapazes de preparar completamente o canal radicular ovalado. Barbizam et al. (2002) mostraram que na comparação da técnica manual com a de movimento rotatório contínuo, nenhuma das técnicas limpou adequadamente o canal radicular. Os trabalhos demonstram que empregando as técnicas manuais ou rotatórias, deixa-se mais superfícies não preparadas no canal radicular, com resultado mais expressivo na técnica manual que é mais dependente da habilidade do operador. Taha et al. (2010) comparando técnicas para o preparo apical de canais ovais, constataram que os resultados do preparo na técnica de instrumentação rotatória contínua foram melhores do que na técnica do movimento oscilatório. Quanto à avaliação da técnica com movimento reciprocante, Bürklein et al. (2012) verificaram que o uso de instrumentos únicos de movimento reciprocante não teve impacto na limpeza do canal comparado ao sistema de sequência completa.

Nas últimas décadas, vários métodos têm sido utilizados para a avaliação do preparo do canal radicular realizado por diferentes técnicas de instrumentação e instrumentos endodônticos. Dentre os métodos mais utilizados na literatura destacam-se: o método de remontagem dos dentes em bloco de resina (Bramante et al., 1987; Hülsmann et al., 1999; Kuttler et al., 2001, Busquim; Santos, 2002) e o da comparação radiográfica (Southard et al., 1987; Mikrogeorgis et al., 2006; Gekelman et al., 2009). Estes métodos permitem a comparação das imagens antes e após o preparo do canal, entretanto, de forma limitada. Permitem apenas uma análise bidimensional de uma estrutura tridimensional, de maneira não acurada ou invasiva, levando à destruição do espécime.

As limitações destes métodos e a busca por avaliações quantitativas e qualitativas levaram à busca de novas tecnologias, extrapolando para a área da Odontologia.

Buscando uma análise tridimensional das imagens do canal radicular, as atenções se voltaram para a tomografia computadorizada como ferramenta para avaliação do preparo em pesquisas na Endodontia. Porém, a baixa resolução espacial da TC não permite uma reprodução detalhada dos tecidos duros, sendo mais indicada para a observação de tecidos moles (Tachibana; Matsumoto, 1990; Nielsen et al., 1995; Gambill et al., 1996).

O avanço da tecnologia permitiu o aprimoramento da resolução das imagens obtidas de forma não invasiva e a μ CT surgiu como ferramenta para a pesquisa na Endodontia, permitindo a reprodução detalhada da anatomia interna e externa do dente, assim como a avaliação da ação do instrumento na parede do canal (Rhodes et al., 1999; Bjorndal et al., 1999; Peters et al., 2000; Bergmans et al., 2001; Peters, 2004). Uma vez que a informação é armazenada, esta fica disponível para futuras avaliações, ou seja, a informação original do dente hígido não é perdida.

A μ CT oferece dados reprodutíveis que possibilitam comparações antes e após o preparo do canal radicular. Rhodes et al. (1999) relataram uma correlação altamente significativa entre a μ CT e imagens de vídeo digitalizadas. O efeito do preparo pode ser avaliado quantitativamente, comparando-se o volume, área de superfície do canal, espessura de dentina e superfícies não preparadas da parede do canal. Sendo esta última análise possível pelo alinhamento das imagens pré e pós-preparo com acurácia de subvoxel (Nielsen et al., 1995; Bergmans et al., 2001; Alencar et al., 2008; Paqué et al., 2009).

Inicialmente, a espessura do corte obtido pelo escaneamento pelo microtomógrafo era maior, com resolução de 127 μ m (Nielsen et al., 1995) e já permitia uma análise e manipulação computadorizada extremamente detalhada. Com o aprimoramento tecnológico, esta espessura foi sendo reduzida e Peters et al. (2000) consideraram uma resolução entre 68 a 34 μ m aceitável para a produção de uma imagem de qualidade porque desta forma as mudanças no longo eixo do canal ocorrem de forma mais gradativa. Os trabalhos atuais estão sendo realizados a uma resolução de 11,84 μ m (Freire et al., 2011), o que reduz o artefato e resulta em um

melhor contraste e detalhamento da imagem. Por este motivo, neste trabalho, optou-se por procurar um aparelho que tivesse alta resolução (11,88 μm), maior sensibilidade e que pudesse adquirir uma imagem de excelente qualidade para que as alterações das paredes do canal produzidas após a ação do instrumento, pudessem ser captadas e analisadas nos mínimos detalhes.

A μCT foi utilizada neste estudo por demonstrar a complexidade da forma do sistema de canais radiculares não detectável em radiografias convencionais (2D) e permitir a visualização de secções transversais e a mensuração do interior da amostra de forma reproduzível e sem qualquer alteração da amostra.

A mudança no volume do canal radicular está relacionada com as mudanças da área de superfície, ou seja, com a convexidade da estrutura da parede dentinária (Peters et al., 2000). O volume do canal é uma variável usada para analisar o efeito do preparo na remoção de dentina (Bergmans et al., 2001; Peters et al., 2001, 2003, 2010; Stern et al., 2012).

A mensuração das superfícies não preparadas da parede do canal radicular pode ser considerada como um indicador tridimensional do completo preparo, modelagem do canal (Paqué et al., 2009; Paqué; Peters, 2011). A mudança dos voxels de superfície determinam o preparo do mesmo, por isso a importância do registro das imagens para comparação da informação original disponível com a informação coletada das paredes do canal preparadas pelo instrumento.

O presente estudo avaliou a qualidade do preparo de canais radiculares ovais longos realizado por dois sistemas mecanizados: Reciproc e Biorace, utilizando a microtomografia computadorizada. Como critérios de qualidade do preparo, o volume e as superfícies não preparadas do canal foram analisados. Admitiu-se como hipótese experimental que o sistema Reciproc, com movimentos recíprocos, melhor prepara os canais radiculares ovalados do que o sistema Biorace, de cinemática rotatória contínua.

Na tentativa de investigar se novos instrumentos ou técnicas de instrumentação poderiam melhor preparar canais ovalados, o sistema Biorace foi selecionado para servir de controle na comparação dos resultados obtidos com o sistema Reciproc. Um grupo controle manual não foi utilizado devido a trabalhos na

literatura, como o de Abou-Rass e Jastrab (1982) que postulam que a instrumentação manual tem resultados mais pobres que a instrumentação rotatória, além de ser mais vulnerável à habilidade do operador. Além deste, pode-se citar o de Cheung e Cheung (2008) que também não compararam instrumentos rotatórios de NiTi com instrumentos manuais, devido à superioridade de preparo dos rotatórios já relatada em artigos e também para maximizar o número de espécimes preparados pelos sistemas rotatórios avaliados. Na leitura de trabalhos mais recentemente publicados, do mesmo modo foi observada a comparação dos sistemas rotatórios, seja de movimento recíprocante ou de movimento contínuo (Bonaccorso et al., 2009; Markvart et al., 2012; Alves et al., 2012; Bürklein et al., 2012; Kim et al., 2012).

Os canais radiculares da raiz distal de molares inferiores representam um modelo adequado para o estudo de canais ovais longos, com razão do diâmetro VL (longo) em relação ao diâmetro MD (curto) maior que 2,5 (Paqué et al., 2010; Paqué; Peters, 2011). Foram selecionados apenas molares inferiores com canal distal único e razão do diâmetro longo/curto entre 2,5 e 4, de acordo com a classificação de canal oval longo de Jou et al. (2004). Esta medida foi feita ao nível de 5mm do ápice radicular (Wu et al., 2000; Barbizam et al., 2002; Alves et al., 2011; Alves et al., 2012, Ruckman et al., 2013).

Visando diminuir fatores que pudessem influenciar os resultados, todos os canais radiculares foram preparados por um único operador (Gekelman et al., 2009). Cada instrumento R40 de uso único foi utilizado para o preparo de apenas um canal radicular e os instrumentos do sistema Biorace usados apenas três vezes (Debelian; Blitzkow, 2009; Bonaccorso et al., 2009). Os motores para acionamento foram ajustados à cinemática e velocidade de cada sistema (Reciproc - motor elétrico VDW. Silver ajustado para movimento recíprocante; Biorace - motor elétrico VDW. Silver ajustado para movimento de rotação completa a 500 rpm). Nenhum acidente operatório foi registrado neste trabalho.

Realizada a seleção dos espécimes, estes foram submetidos ao escaneamento pelo microtomógrafo para leitura das medidas pré-operatórias. Foi utilizado o Microtomógrafo de raios-X SkyScan 1172, localizado no Laboratório Multiusuário para Análises de Imagens Tridimensionais de Tecidos Biológicos (LAB

3D BIO) da Faculdade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP-USP).

O modelo é composto por um tubo de raios-X de microfoco com fonte de alta tensão (100 kV, 100 μ A), um porta-amostra com manipulador de precisão e um detector baseado em câmera de CCD de 10 Mp (4000 x 2300 pixel) conectados a um computador (*host*), interligado em rede a um cluster de computadores utilizados na reconstrução das imagens (Lasso et al., 2008).

Os escaneamentos foram realizados a uma potência de 100 kV e 100 μ A, com filtro de alumínio e cobre. O tempo total para escaneamento da imagem foi de 49 minutos e o total para a reconstrução da imagem de 13 minutos, perfazendo uma hora e dois minutos para digitalização e reconstrução de uma imagem com tamanho de voxel isotrópico de 11,88 μ m. Em comparação ao trabalho de Freire (2010), teve-se praticamente o mesmo tempo de aquisição da imagem, porém a metade do tempo para a reconstrução da mesma.

O volume de interesse estendeu, do ápice radicular até a junção cimento-esmalte, em aproximadamente 400 cortes por espécime (Peters et al., 2000; Freire et al., 2011).

Os dentes permaneceram íntegros da coroa ao ápice durante todo o experimento (Paqué et al., 2010; Peters; Paqué, 2011; Versiani et al., 2011). Após a adequada abertura da câmara pulpar, os canais radiculares foram explorados apenas com uma lima K #10 previamente aos sistemas mecanizados, para manter a patência e realizar a odontometria (Freire, 2010).

A entrada dos canais nos espécimes do grupo Reciproc não foi preparada com brocas (Yared, 2011) e portanto, também não foi preparada no grupo Biorace para não influenciar os resultados.

O instrumento selecionado do sistema Reciproc foi o R40, devido à entrada passiva de um instrumento manual tipo K #20 até o CRT no canal distal dos dentes incluídos no estudo. Este instrumento foi usado com movimento de vai-vem e pincelamento lateral (Alves et al., 2012) para permitir o preparo de todas as paredes dos canais com secção transversal oval longa. No sistema Biorace o preparo do canal foi realizado utilizando a sequência BR0 a BR5 (Debelian; Blitzkow, 2009;

Alves et al., 2011). Os instrumentos também foram utilizados em movimento de vai-vem com lateralidade contra as paredes do canal radicular.

O volume de solução irrigadora variou para os dois sistemas, explicado pelo fato de que não era propósito do presente trabalho avaliar a efetividade da limpeza do canal radicular proporcionada pelos sistemas. Assim, no grupo Reciproc de instrumento único o total de solução irrigadora foi de 9 mL e no grupo Biorace de 15 mL, por este apresentar cinco instrumentos na sua sequência de preparo. Houve padronização da irrigação do canal radicular com 3 mL da solução irrigadora a cada bicada do instrumento (Reciproc) ou após o uso de cada instrumento no canal radicular (Biorace).

É importante ressaltar que os preparos apicais dos sistemas Reciproc (R40) e Biorace (BR5) foram equivalentes por terem ambos diâmetro de ponta #40 (D0), possibilitando assim a comparação dos sistemas. Entretanto, embora apresentem o mesmo D0, o instrumento R40 tem conicidade de .06 e o BR5 conicidade de .04.

Os mesmos parâmetros do microtomógrafo foram utilizados para a aquisição e reconstrução das imagens após o preparo do canal, para as leituras pós-operatórias e posterior comparação dos resultados.

A qualidade do preparo foi avaliada quantitativamente pelos parâmetros de aumento de volume e superfícies não preparadas da parede do canal, acessados pela μ CT. A análise do volume foi realizada de acordo com os trabalhos recentes na literatura e a mudança do volume do canal radicular calculada subtraindo-se os valores dos canais preparados daqueles dos canais antes do preparo (Peters et al., 2001; Paqué et al., 2009; Paqué et al., 2010; Paqué; Peters, 2011; Peters; Paqué, 2011; Versiani et al., 2011; Stern et al., 2012).

A porcentagem do aumento do volume foi calculada usando os valores mensurados antes e depois do preparo dos canais radiculares, pela fórmula de Versiani et al. (2011).

As avaliações do volume foram feitas considerando todo o canal radicular e cada um de seus terços: cervical, médio e apical. As imagens dos canais radiculares antes e após o preparo do canal, neste caso, não foram sobrepostas. O parâmetro é

avaliado separadamente pela exata determinação do volume de interesse (Peters et al., 2001; Paqué et al., 2010; Paqué; Peters, 2011).

As superfícies não preparadas foram calculadas pela sobreposição das imagens das secções transversais do canal radicular obtidas antes e após o preparo do mesmo. A análise foi feita nos terços cervical, médio e apical (Markvart et al., 2012). Foram selecionados cinco cortes em cada terço do canal radicular. O cálculo das superfícies não preparadas da parede do canal radicular foi realizado pela subtração do número total de voxels da superfície pelo número de voxels estáticos da superfície (Peters et al., 2001; Peters et al., 2003; Paqué et al., 2010; Paqué; Peters, 2011; Peters; Paqué, 2011; Versiani et al., 2011). O posicionamento exato do dente no porta-amostra do microtomógrafo não é possível em momentos distintos, ou seja, para os escaneamentos antes e após o preparo do canal. Desta forma, para uma análise fiel e fidedigna da subtração dos voxels, as imagens obtidas pelo escaneamento pós-preparo tem que ser obrigatoriamente registradas, alinhadas em relação às imagens pré-preparo. Neste trabalho, o programa MatLab para processamento matemático, alinhou as superfícies dos cortes analisados dois a dois, na altura determinada em cada terço do canal (Berutti et al., 2012).

Um dos diferenciais do presente trabalho para os demais na literatura (Paqué et al., 2010; Paqué; Peters, 2011; Versiani et al., 2011), foi a leitura das superfícies não preparadas não apenas expressa como porcentagem do número de voxel estático da superfície em relação ao total de voxels da superfície, mas também da leitura desta em valores absolutos, expressa em voxel. Permitindo desta forma, uma análise estatística mais precisa.

O sistema Reciproc de lima única é fabricado a partir de uma liga especial “*M-Wire*” de NiTi, criada por processo de tratamento térmico, que confere maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica. Esta maior resistência do instrumento à fadiga cíclica também é conferida pelo próprio movimento reciprocante (movimento anti-horário de 150° e horário de 30°) com alívio do instrumento no movimento horário (Varela-Patiño et al., 2010; Shen et al., 2011; Gavini et al., 2012). Apresenta secção transversal em forma de “S” que, segundo o fabricante, permite sua progressão em direção apical. Por outro lado, os instrumentos do sistema Biorace de movimento rotatório contínuo, apresentam secção transversal triangular,

acabamento eletroquímico da superfície e ângulos helicoidais alternados para evitar o efeito de aparafusamento nas paredes do canal (Bonaccorso et al., 2009).

O trabalho anterior comparando os sistemas Reciproc e Biorace (Alves et al., 2012), avaliou a eliminação bacteriana proporcionada pelos dois sistemas e mostrou que independente da técnica houve redução significativa da contagem de bactérias intra-canal. Entretanto, não houve quantificação da qualidade de preparo determinada por cada sistema, que foi objetivo deste estudo.

O parâmetro do volume tem sido acessado em trabalhos anteriores usando a μ CT. O aumento de volume para todo o canal radicular foi avaliado por Rhodes et al. (1999), Bergmans et al. (2001), Paqué et al. (2010) e Paqué e Peters (2011). O trabalho de Paqué et al. (2009) coletou dados do volume total do canal radicular, mas também focou no terço apical. O presente estudo avaliou este parâmetro em todo o canal e também em cada um dos seus terços, como Versiani et al. (2011) e Markvart et al. (2012).

No presente estudo, o sistema Reciproc removeu mais dentina que o sistema Biorace quando se considera o canal radicular como um todo e o terço apical. Estas diferenças foram estatisticamente significantes ($p < 0,5$). Nos terços cervical e médio do canal, a média de aumento do volume não foi estatisticamente significativa.

Diferente de outros autores, o percentual do aumento do volume do canal radicular foi verificado por acreditar-se ser interessante, com a porcentagem, determinar o quanto representou o trabalho do instrumento naquela área em particular.

O percentual de aumento do volume do canal foi ligeiramente mais expressivo no sistema Reciproc ao nível de terço apical, onde o aumento de volume em relação ao inicial foi de 44,04%; enquanto que no sistema Biorace este aumento foi de 35,43%. Na verdade, considerando-se o percentual de aumento do volume no canal como um todo, não houve diferença entre os sistemas.

Versiani et al. (2011) relataram que a *Self Adjusting File* promoveu um aumento de volume estatisticamente significativo em comparação ao sistema rotatório contínuo, considerando todo o canal radicular e o terço cervical, talvez

porque no estudo foi feito um pré-alargamento do terço cervical com brocas Gates, o que facilitou a ação do instrumento único.

O desvio padrão do parâmetro do volume foi relativamente alto neste trabalho, apesar do aumento da amostra para 15 dentes em cada grupo. O trabalho de Paqué et al. (2010) também relata esta particularidade e o tamanho da amostra era de 12 dentes para cada grupo experimental. Entretanto, vale apontar que o aumento da amostra neste trabalho, diminuiu muito o desvio padrão em relação ao trabalho citado, que foi em torno de 17,2. Um rigoroso critério de inclusão dos dentes foi aplicado, este estudo foi cuidadosamente controlado e portanto, os efeitos do preparo no canal radicular são consistentes.

Quando comparados os cortes transversais para determinação das superfícies não preparadas da parede do canal e na posterior comparação entre os sistemas para cada terço do canal radicular: cervical, médio e apical, diferença estatisticamente significativa foi detectada. O sistema Biorace deixou menos superfícies não preparadas que o sistema Reciproc nos terços cervical e médio. O melhor resultado do sistema Biorace ao nível de terço cervical e médio pode estar relacionado à sequência completa de instrumentos, que determina um pré-alargamento destes terços, beneficiando a qualidade do preparo. O sistema Reciproc melhor preparou o terço apical do canal radicular. Desta forma, a hipótese experimental deste trabalho não se confirmou: o movimento recíprocante não é capaz de melhor preparar os canais radiculares ovalados que o movimento rotatório contínuo. O sistema Reciproc, que alega simplificar a técnica de preparo do canal com o uso de instrumento único, deixa mais superfícies não preparadas em canais radiculares ovais longos que o sistema Biorace de sequência completa.

A diferença nos resultados dos sistemas ao nível do terço apical pode indicar no presente trabalho que, embora as pontas dos instrumentos tivessem o mesmo D0 (0,40 mm), as diferentes conicidades apresentadas de .06 para o R40 e .04 para o BR5 foram significativas. No terço apical, que tende a ter menores dimensões e secção transversal mais circular, a maior conicidade pode ter influenciado no melhor preparo da superfície da parede do canal radicular pelo sistema Reciproc, estatisticamente significativa.

Na comparação da ação do mesmo sistema nos diferentes terços do canal radicular, os resultados mostraram que ambos os sistemas foram mais eficientes, deixando menos superfícies não preparadas, no terço apical.

A média percentual das superfícies não preparadas no sistema Reciproc foi de 18,14%, 21,82% e 4,09%; respectivamente nos terços cervical, médio e apical e no sistema Biorace 5,01%, 7,09% e 9,70%, respectivamente nos mesmos terços. Para comparação dos resultados obtidos àqueles existentes na literatura, foi feito o cálculo da média percentual das superfícies não preparadas considerando todo o canal radicular. O sistema Reciproc mostrou uma média percentual de 15,12% de superfícies não preparadas e o sistema Biorace 9,73%.

O fato do sistema Reciproc ser capaz de remover mais dentina das paredes do canal radicular como um todo e no seu terço apical, em relação ao sistema Biorace, não determina uma melhor qualidade de preparo por deixar mais superfícies não preparadas. Nos canais ovais longos, o sistema Reciproc desgasta mais dentina, mas não é capaz de preparar os polos dos canais, deixando aproximadamente 40% mais superfícies não preparadas no canal radicular como um todo que o sistema Biorace.

Weiger et al. (2002) mostraram que 44 a 68% das superfícies do canal oval longo foram deixadas não preparadas, independente do instrumento usado. Peters et al., (2001) relataram uma média de até 89% de superfícies não preparadas em molares superiores. Paqué et al. (2010) obtiveram uma média de 59 a 79% em canal distal de molar inferior como um todo e 65 a 74% para a porção apical do canal. Porcentagem maior que a de Peters et al. (2001) e Paqué et al. (2009) em molares superiores, indicando a particular dificuldade de preparo de canais amplos ou ovais longos, também corroborado por Markvart et al. (2012). As porcentagens relatadas acima são maiores do que as encontradas neste estudo. Numa resolução de 20 μ m, Paqué e Peters (2011) relataram 23% de superfícies não preparadas para a *Self Adjusting File* e 66,1% para o sistema rotatório contínuo ProTaper. Nosso resultado mostrou menos superfícies não preparadas para o sistema rotatório contínuo.

Os menores valores percentuais encontrados neste estudo para as superfícies não preparadas do canal, em relação a outros estudos citados, podem estar relacionados à maior resolução do aparelho de microtomógrafo. A resolução

determina os micrômetros que precisam ser removidos para que a mudança seja registrada, ou seja, para que um voxel da superfície seja eliminado. Quanto maior a resolução, mais sensível o aparelho para registrar a mudança (Peters et al., 2001; Paqué et al., 2009; Paqué et al., 2010). Pode acontecer de um voxel ser tocado, mas se não totalmente eliminado, o preparo do canal não ser registrado (Paqué; Peters, 2011).

Extrapolando os resultados deste trabalho para a clínica, pode-se pensar em aliar os bons resultados obtidos pelo sistema Reciproc no preparo do terço apical, com o pré-alargamento do canal radicular, na tentativa de melhorar a eficiência do preparo do sistema nos terços mais cervicais. Ou ainda, na utilização de uma técnica híbrida de preparo, em que os dois terços iniciais do canal seriam preparados pelo sistema Biorace, que melhor preparou a parte ovalada dos canais selecionados, e o último terço seria preparado pelo instrumento único Reciproc.

É fato que o alto custo do escaneamento pelo microtomógrafo de raios-X representa um empecilho para seu maior emprego nas pesquisas no Brasil. Entretanto, a alta correlação das imagens obtidas com o objeto real e o valor das análises possíveis através desta metodologia superarão os obstáculos.

Em virtude dos resultados obtidos e de acordo com os dados da literatura pertinente, o preparo de canais radiculares ovais longos continua a ser um desafio. Nenhum dos sistemas comparados conseguiu preparar completamente o canal ovalado e, portanto, sugere-se estudos continuados para avaliar, comparar diferentes técnicas e/ou instrumentos endodônticos que possibilitem melhorar a qualidade do preparo destes canais.

7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

1. Nenhum sistema consegue preparar completamente o canal radicular oval longo;
2. Em relação ao aumento de volume, o sistema Reciproc determinou um maior desgaste de dentina no canal radicular como um todo e no terço apical;
3. O sistema Biorace mostrou-se superior ao sistema Reciproc quanto às superfícies não preparadas na região cervical e média do canal e o sistema Reciproc mostrou-se superior no terço apical.
4. O sistema Biorace melhor preparou o canal radicular na porção mais ovalada do mesmo;
5. Ambos os sistemas prepararam melhor o terço apical, deixando menos superfícies não preparadas que nos outros terços.

REFERÊNCIAS¹

Abou-Rass M, Jastrab RJ. The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars. *J Endod*. 1982;8:78-82.

Alencar AHG, Figueiredo JAP, Estrela C. Microcomputed tomography for evaluation on root canal preparation: a critical analysis. *ROBRAC* 2008;17:159-65.

Alves FRF, Almeida BM, Neves MAS, Moreno JO, Rôças IN, Siqueira JF. Disinfecting oval-shaped root canals: effectiveness of different supplementary approaches. *J Endod*. 2011;37:496-501.

Alves FRF, Rôças IN, Almeida BM, Neves MAS, Zoffoli J, Siqueira Jr JF. Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single-file instrumentation technique. *Int Endod J*. 2012;45:871-7.

Barbizam JVB, Fariniuk LF, Marchesan MA, Pecora JD, Sousa-Neto MD. Effectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. *J Endod*. 2002;28:365-6.

Bergmans L, Cleynenbreugel JV, Wevers M, Lambrechts P. A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. *Int Endod J*. 2001;34:390-8.

Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2003;36:288-95.

Berutti E, Paolino DS, Chiandussi G, Alovise M, Cantatore G, Castelucci A, et al. Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path. *J Endod*. 2012;38:101-4.

¹ De acordo com o Estilo Vancouver.

Bonaccorso A, Cantatore G, Condorelli GG, Schäfer E, Tripi TR. Shaping ability of four nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod*. 2009;35:883-6.

Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod*. 1987;13:243-5.

Busquim SSK, Santos M. Desgaste cervical em canais curvos: comparação entre a eficiência de dois instrumentos endodônticos. *Braz Oral Res*. 2002;16:327-31.

Bürklein S, Hinschitzka K, Dammaschke T, Schäfer 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.

Cheung LH, Cheung GS. Evaluation of a rotary instrumentation method for C-shaped canals with micro-computed tomography. *J Endod*. 2008;34:1233-8.

Debelian G, Blitzkow G. The BioRace system: safe and efficiency. *ROBRAC* 2009;18:62-7.

Eid GEH, Amin SAW. Changes in diameter, cross-sectional area, and extent of canal-wall touching on using 3 instrumentation techniques in oval-long canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;112:688-95.

ElAyouti A, Chu AL, Kimionis I, Klein C, Weiger R, Löst C. Efficacy of rotary instruments with great taper in preparing oval root canals. *Int Endod J*. 2008;41:1088-92.

Freire, LG. Avaliação do preparo de canais radiculares com instrumentos rotatórios torcidos e usinados, por meio de cortes transversais e da microtomografia computadorizada [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2010.

Freire LG, Gavini G, Branco-Barletta F, Sanches-Cunha R, dos Santos M. Microscopic computerized tomographic evaluation of root canal transportation prepared with twisted or ground nickel-titanium rotary instruments. *Oral Surg oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;112:e143-8.

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.

Gani O, Visvisian C. Apical canal diameter in the first upper molar at various ages. *J Endod.* 1999;25:689-91.

Gavini G, Caldeira CL, Akisue E, Candeiro GTM, Kawakami AS. Resistance to flexural fatigue of Reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement. *J Endod.* 2012;38:684-7.

Gekelman D, Ramamurthy R, Mirfarsi S, Paqué F, Peters O. Rotary nickel-titanium GT and Protaper files for root canal shaping by novice operators: a radiographic and micro-computed tomography evaluation. *J Endod.* 2009;35:1584-8.

Glosson CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE. A comparison of root canal preparations using NiTi hand, NiTi engine-driven, and K-flex endodontics instruments. *J Endod.* 1995;21:146-51.

Grande NM, Plotino G, Butti A, Messina F, Pameijer CH, Somma F. Cross-sectional analysis of root canals prepared with NiTi rotary instruments and stainless steel reciprocating files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103:120-6.

Gutiérrez JH, Garcia J. Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1968;25:108-16.

Haga CS. Microscopic measurements of root canal preparations following instrumentation. *J Br Endod Soc.* 1968;2:41-6.

Hof R, Perevalov V, Eltanani M, Zary R, Metzger Z. The Self-adjusting file (SAF). Part 2: Mechanical analysis. *J Endod.* 2010;36:691-6.

Hülsmann M, Gambal A, Bahr R. An improved technique for the evaluation of root canal preparation. *J Endod.* 1999;25:599-602.

Hülsmann M, Peters OA, Dummer P. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Topics.* 2005;10:30-76.

Imparato JCP, Nassif ACS, Ramos DLP, Tieri F, Matsumoto IT, Franchim GH, et al. Banco de dentes humanos. Curitiba: Editora Maio; 2003. 190p.

Iqbal MK, Karabucak B, Brown M, Menegazzo E. Effect of modified Hedström files on instrumentation area produced by ProFile instruments in oval canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;98:493-8.

Jou YT, Karabucak B, Levin J, Liu D. Endodontic working width: current concepts and techniques. *Dent Clin N Am.* 2004;48:323-35.

Kerekes K, Tronstad L. Morphometric observations on the root canals of human molars. *J Endod.* 1977;3:114-8.

Kim HC, Kwak SW, Cheung GSP, Ko DH, Chung SM, Lee W. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *J Endod.* 2012;38:541-4.

Kuttler S, Garala M, Perez R, Dorn SO. The endodontic cube: a system designed for evaluation of root canal anatomy and canal preparation. *J Endod.* 2001;27:533-6.

Lasso PRO, Vaz CMP, Naime JM. Recomendações para utilização do microtomógrafo de raios-X SkyScan 1172 em ciências agrárias e biológicas. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária; 2008. 22p.

Loizides AI, Kakavetsos VD, Tzanetakis GN, Kontakiotis EG, Eliades G. A comparative study of the effects of two nickel-titanium preparation techniques on root canal geometry assessed by microcomputed tomography. *J Endod.* 2007;33:1455-9.

Machado ME, Sapia LA, Cai S, Martins GH, Nabeshima CK. Comparison of two Rotary systems in root canal preparation regarding disinfection. *J Endod.* 2010;36:1238-40.

Machado ME, Nabeshima CK, Leonardo MFP, Reis FAS, Britto MLB. Influence of reciprocating single-file and rotary instrumentation on bacterial reduction on infected root canals. *Int Endod J.* 2013 mar 16. doi: 10.1111/iej.12108. [Epub ahead of print].

Markvart M, Darvann TA, Larsen P, Dalstra M, Kreiborg S, Bjørndal L. Micro-CT analyses of apical enlargement and molar root canal complexity. *Int Endod J.* 2012;45:273-81.

Metzger Z, Teperovich E, Zary R, Cohen R, Hof R. The Self-adjusting file (SAF): Part 1: respecting the root canal anatomy – a new concept of endodontic files and its implementation. *J Endod.* 2010;36:679-90.

Mikrogeorgis G, Molyvdas I, Lyroudia K, Nikolaidis N, Pitas I. A new methodology for the comparative study of the root canal instrumentation techniques based on digital radiographic image processing and analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;101:e125-31.

Moore J, Fitz-Walter P, Parashos P. A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. *Int Endod J.* 2009;42:1057-64.

Nielsen RB, Alyassin AM, Peters DD, Carnes DL, Lancaster J. Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. *J Endod.* 1995;21:561-8.

Paqué F, Balmer M, Attin T, Peters OA. Preparation of oval-shaped canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2010;36:703-7.

Paqué F, Ganahl D, Peters OA. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod.* 2009;35:1056-9.

Paqué F, Peters OA. Micro-computed Tomography evaluation of the preparation of long oval root canals in mandibular molars with the Self-adjusting file. *J Endod.* 2011;37:517-21.

Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004;30:559-67.

Peters OA, Boessler C, Paqué F. Root canal preparation with a novel Nickel-Titanium instrument evaluated with micro-computed tomography: canal surface preparation over time. *J Endod.* 2010;36:1068-72.

Peters OA, Laib A, Rügsegger P, Barbakow F. Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. *J Dent Res.* 2000;79:1405-9.

Peters OA, Paqué F. Root canal preparation of maxillary molars with the Self-Adjusting file: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2011;37:53-7.

Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J.* 2003;36:86-92.

Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J.* 2001;34:221-30.

Rhodes JS, Ford TRP, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod J.* 1999;32:165-70.

Rhodes JS, Ford TRP, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. A comparison of two nickel-titanium instrumentation techniques in teeth using microcomputed tomography. *Int Endod J.* 2000;33:279-85.

Rhodes SC, Hülsmann M, McNeal SF, Beck P, Eleazer PD. Comparison of root canal preparation using reciprocating Safesiders stainless steel and Vortex nickel-titanium instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;111:659-67.

Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. *J Endod.* 1985;11:203-11.

Rödig T, Hülsmann M, Mühge M, Schäfers F. Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel-titanium instruments. *Int End J.* 2002;35:919-28.

Ruckman JE, Whitten B, Sedgley CM, Svec T. Comparison of the Self-Adjusting File with rotary and hand instrumentation in long-oval-shaped root canals. *J Endod.* 2013;39:92-5.

Rüttermann S, Virtej A, Janda R. Preparation of the coronal and middle third of oval root canals with a rotary or an oscillating system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;104:852-6.

Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971;32:271-5.

Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M. Fatigue testing of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2011;37:997-1001.

Siqueira JF, Alves FRF, Almeida BM, Oliveira JCM, Rôças, IN. Ability of chemomechanical preparation with either rotary instruments or self-adjusting file to disinfect oval-shaped root canals. *J Endod.* 2010;36:1860-5.

Southard DW, Oswald RJ, Natkin E. Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. *J Endod.* 1987;13:479-89.

Stern S, Patel S, Foschi F, Sherif M, Mannocci F. Changes in centring and shaping ability using three nickel-titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography. *Int Endod J.* 2012;45:514-23.

Tachibana H, Matsumoto K. Applicability of X-ray computerized tomography in endodontics. *Endod Dent Traumatol.* 1990;6:16-20.

Taha NA, Ozawa T, Messer HH. Comparison of three techniques for preparing oval-shaped root canals. *J Endod.* 2010;36:532-5.

Torabinejad M. Passive step-back technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1994;77:398-401.

Varela-Patiño P, Ibañez-Párraga A, Rivas-Mundiña B, Cantatore G, Otero XL, Martín-Biedma B. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *J Endod.* 2010;36:157-9.

Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Flat-oval root canal preparation with Self-Adjusting File instrument: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2011;37:1002-7.

Yared G. Canal preparation with only one reciprocating instrument without prior hand filing: a new concept. 2011:1-8. Rev. 0/13.01.11 [citado 11 abr. 2013]. Disponível em: <http://www.vdw-reciproc.de/en/articles-and-studies.html>.

Weiger R, ElAyouti A, Löst C. Efficiency of hand and rotary instruments in shaping oval root canals. *J Endod*. 2002;28:580-3.

Wu MK, R'Oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000;89:739-43.

Wu MK, van der Sluis LWM, Wesselink PR. The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. *Int Endod J*. 2003;36:218-24.

Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J*. 2001;34:137-41.

APÊNDICE A - Parâmetros para a Aquisição das imagens das amostras

Data directory=E:\Results\SANDRA_FO\01A
Filename Prefix=01A_100KV_11_8_Al_Cu_
Number of Files= 486
Source Voltage (kV)= 100
Source Current (uA)= 100
Number of Rows= 1336
Number of Columns= 2000
Image Pixel Size (um)= 11.88
Object to Source (mm)=190.090
Camera to Source (mm)=278.426
Vertical Object Position (mm)=42.432
Optical Axis (line)= 702
Filter=Al+Cu
Image Format=TIFF
Depth (bits)=16
Screen LUT=0
Exposure (ms)= 1980
Rotation Step (deg)=0.400
Frame Averaging=ON (2)
Random Movement=ON (10)
Use 360 Rotation=NO
Geometrical Correction=ON
Flat Field Correction=ON
Rotation Direction=CC
Scanning Trajectory=ROUND
Type Of Motion=STEP AND SHOOT
Scan duration=00:49:02

APÊNDICE B - Parâmetros para a reconstrução das imagens (NRecon)

Reconstruction Program=NRecon
Program Version=Version: 1.6.6.0
Reconstruction engine=NReconServer
Reconstruction from batch=No
Reconstruction mode=Standard
Dataset Origin=Skyscan1172
Dataset Prefix=01A_100KV_11_8_Al_Cu_
Dataset Directory=E:\Results\SANDRA_FO\01A
Output Directory=E:\Results\SANDRA_FO\01A\01A_100KV_11_8_Al_Cu_Rec
First Section=204
Last Section=1313
Reconstruction duration per slice (seconds)=0.148649
Postalignment=-3.00
Section to Section Step=1
Sections Count=1110
Result File Type=BMP
Result File Header Length (bytes)=1134
Result Image Width (pixels)=984
Result Image Height (pixels)=1072
Pixel Size (um)=11.88029
Reconstruction Angular Range (deg)=194.40
Use 180+=OFF
Angular Step (deg)=0.4000
Smoothing=7
Smoothing kernel=2 (Gaussian)
Ring Artifact Correction=10
Draw Scales=OFF
Object Bigger than FOV=OFF
Reconstruction from ROI=ON
ROI Top (pixels)=1661
ROI Bottom (pixels)=589
ROI Left (pixels)=568
ROI Right (pixels)=1555
ROI reference length=2000
Filter cutoff relative to Nyquist frequency=100
Undersampling factor=1
Threshold for defect pixel mask (%)=0
Beam Hardening Correction (%)=40
CS Static Rotation (deg)=0.00
Minimum for CS to Image Conversion=0.002711
Maximum for CS to Image Conversion=0.028009
HU Calibration=OFF
BMP LUT=0
Cone-beam Angle Horiz.(deg)=7.152471
Cone-beam Angle Vert.(deg)=4.781288

APÊNDICE C – Parâmetros para a análise das imagens antes e após o preparo do canal radicular

1. Thresholding

Mode, Global / Lower grey threshold, ___ / Upper grey threshold, 255

2. Bitwise operations

<Region of Interest> = COPY <Image>

3. Despeckle

Type: Remove pores (2D space) / Detected by: by image borders / Apply to: ROI

4. 3D analysis

Volume / Surface Area

5. 3D model

Model creation algorithm: Double-Time Cubes

6. Bitwise operations

<Image> = <Image> XOR <Region of Interest>

7. Despeckle

Type: Remove white speckles (2D space) / Area: less than 20 pixels / Apply to: Image

8. Morphological operations

Type: Closing (2D space) / Kernel: Round / Radius: 5 / Apply to: Image

9. 3D analysis

Volume / Surface Area

10. 3D model

Model creation algorithm: Double-Time Cubes

APÊNDICE D – Teste de D'Agostino para identificação da normalidade das amostras quanto ao aumento de volume do canal radicular

	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Resultados	Reciproc todo canal	Biorace todo canal	Reciproc 1/3 cervical	Biorace 1/3 cervical	Reciproc 1/3 médio	Biorace 1/3 médio	Reciproc 1/3 apical	Biorace 1/3 apical
Tamanho da amostra	15	15	15	15	15	15	15	15
D (Desvio)	0.2778	0.2468	0.2828	0.2538	0.2831	0.2682	0.2660	0.2803
Valores críticos 5%	0.2578 a 0.2859	0.2578a 0.2859	0.2578 a 0.2859	0.2578a 0.2859	0.2578 a 0.2859	0.257a 0.2859	0.2578a 0.2859	0.2578a 0.2859
Valores críticos 1%	0.2469 a 0.2866	0.2469 a 0.2866	0.2469 a 0.2866	0.2469 a 0.2866	0.2469 a 0.2866	0.246 a 0.2866	0.2469 a 0.2866	0.2469 a 0.2866
p	ns	p < 0.01	ns	p < 0.05	ns	ns	ns	ns

APÊNDICE E – Teste de D'Agostino para identificação da normalidade das amostras quanto às superfícies não preparadas do canal radicular

	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6
Resultados	Reciproc 1/3 cervical	Reciproc 1/3 médio	Reciproc 1/3 apical	Biorace 1/3 cervical	Biorace 1/3 médio	Biorace 1/3 apical
Tamanho da amostra	75	75	75	75	75	75
D (Desvio)	0.2532	0.2750	0.2785	0.2734	0.2845	0.2647
Valores críticos 5%	0.2730 a 0.2864	0.2730 a 0.2864	0.2730 a 0.2864	0.2730 a 0.2864	0.2730 a 0.2864	0.2730 a 0.2864
Valores críticos 1%	0.2693 a 0.2872	0.2693 a 0.2872	0.2693 a 0.2872	0.2693 a 0.2872	0.2693 a 0.2872	0.2693 a 0.2872
p	p < 0.01	ns	ns	ns	ns	p < 0.01

APÊNDICE F – Valores originais do volume do canal, expresso em milímetros cúbicos, antes e depois do preparo pelo sistema Reciproc considerando todo canal e cada um de seus terços

DENTES	SISTEMA RECIPROC							
	total		1/3 cervical		1/3 médio		1/3 apical	
	antes	depois	antes	depois	antes	depois	antes	depois
1	5,68	8,25	3,99	5,08	1,29	2,34	0,41	0,85
2	8,53	9,38	4,92	6,41	3,24	3,33	0,73	1,15
3	10,36	10,58	6,39	6,61	3,04	3,19	0,53	0,81
4	7,07	10,23	4,05	5,72	2,21	3,05	0,82	1,48
5	9,36	14,27	7,37	10,10	1,52	2,94	0,48	1,26
6	3,13	6,66	2,01	3,85	0,84	1,95	0,27	0,87
7	7,93	8,46	5,71	5,74	1,77	2,11	0,43	0,66
8	5,33	9,37	3,51	6,14	1,49	2,39	0,33	0,85
9	13,31	13,54	7,78	7,95	4,27	4,28	1,30	1,35
10	5,98	9,47	3,25	5,41	2,10	2,99	0,65	1,11
11	5,71	9,32	3,50	5,11	1,62	2,74	0,59	1,49
12	2,70	6,52	1,50	3,96	0,93	1,88	0,27	0,70
13	9,67	9,94	5,52	5,97	2,90	3,44	0,74	1,09
14	7,91	10,36	2,78	4,38	3,52	4,10	1,64	1,92
15	6,26	10,50	3,38	6,21	1,86	2,01	0,89	2,09

APÊNDICE G - Valores originais do volume do canal, expresso em milímetros cúbicos, antes e depois do preparo pelo sistema Biorace considerando todo canal e cada um de seus terço

DENTES	SISTEMA BIORACE							
	total		1/3 cervical		1/3 médio		1/3 apical	
	antes	depois	antes	depois	antes	depois	antes	depois
1	7,80	10,73	3,65	5,33	3,28	4,14	0,89	1,29
2	6,57	7,53	3,83	4,48	1,83	1,90	0,92	1,17
3	11,73	17,42	8,23	11,74	2,68	4,33	0,83	1,38
4	5,62	13,13	2,95	7,76	1,79	3,96	0,90	1,46
5	8,40	9,22	6,12	6,83	1,19	1,33	1,09	1,11
6	11,37	12,97	6,10	6,46	3,53	4,83	1,41	2,09
7	13,95	15,47	8,41	8,54	4,50	5,68	1,08	1,30
8	8,36	9,12	4,87	5,35	2,46	2,61	1,06	1,21
9	4,85	5,61	3,13	3,66	1,42	1,52	0,30	0,44
10	2,93	5,54	1,84	3,54	0,83	1,29	0,26	0,72
11	4,56	6,13	3,03	4,90	0,46	1,01	0,53	0,79
12	4,29	6,53	3,23	4,08	1,31	1,76	0,38	0,70
13	2,54	2,74	2,00	2,10	0,49	0,54	0,04	0,11
14	3,68	5,55	2,03	3,40	1,22	1,59	0,44	0,57
15	1,50	4,12	1,06	2,80	0,36	0,99	0,08	0,34

APÊNDICE H - Valores absolutos (Δ) do aumento de volume do canal radicular, em milímetros cúbicos, para os sistemas Reciproc e Biorace considerando o canal como um todo, como também seus terços

DENTES	Δ volume SISTEMA RECIPROC				Δ volume SISTEMA BIORACE			
	total	1/3 cervical	1/3 médio	1/3 apical	total	1/3 cervical	1/3 médio	1/3 apical
1	2.57	1.09	1.05	0.44	2.93	1.68	0.86	0.40
2	0.85	1.49	0.09	0.42	0.96	0.65	0.07	0.25
3	0.22	0.22	0.15	0.28	5.69	3.51	1.65	0.55
4	3.16	1.67	0.84	0.66	7.51	4.81	2.17	0.56
5	4.91	2.73	1.42	0.78	0.82	0.71	0.14	0.02
6	3.53	1.84	1.11	0.60	1.60	0.36	1.30	0.68
7	0.53	0.03	0.34	0.23	1.52	0.13	1.18	0.22
8	4.04	2.63	0.90	0.52	0.76	0.48	0.15	0.15
9	0.23	0.17	0.01	0.05	0.76	0.53	0.10	0.14
10	3.49	2.16	0.89	0.46	2.61	1.70	0.46	0.46
11	3.61	1.61	1.12	0.10	1.57	1.87	0.55	0.26
12	3.82	2.46	0.95	0.43	2.24	0.85	0.55	0.32
13	0.27	0.45	0.54	0.35	0.20	0.10	0.07	0.10
14	2.45	1.60	0.58	0.28	1.87	1.37	0.37	0.13
15	4.24	2.83	0.15	1.20	2.62	1.74	0.63	0.26

APÊNDICE I - Valores percentuais (% Δ) do aumento de volume do canal radicular para os sistemas Reciproc e Biorace considerando o canal como um todo, como também seus terços

DENTES	% Δ volume SISTEMA RECIPROC				% Δ volume SISTEMA BIORACE			
	total	1/3 cervical	1/3 médio	1/3 apical	total	1/3 cervical	1/3 médio	1/3 apical
1	31.15	21.79	44.87	51.76	27.38	31.52	20.78	31.01
2	9.07	23.24	2.70	36.52	12.75	14.51	3.68	21.36
3	2.09	3.38	4.72	34.57	32.66	29.96	38.11	39.85
4	30.92	29.20	27.55	44.60	57.23	62.00	54.80	38.35
5	34.48	27.03	48.30	61.90	8.94	10.40	10.53	1.80
6	53.01	47.80	56.92	68.96	12.33	5.63	26.92	32.54
7	6.26	0.53	16.11	34.85	9.88	1.60	20.80	16.92
8	43.12	42.85	37.65	61.17	8.37	8.97	5.75	12.40
9	1.77	2.20	0.25	3.70	13.57	14.48	6.59	31.81
10	36.91	39.94	29.77	41.44	47.11	48.03	35.66	63.89
11	38.78	31.54	40.88	60.40	25.62	38.18	54.46	32.91
12	58.60	62.12	50.53	61.43	34.32	20.86	25.57	45.71
13	2.71	7.54	15.72	32.11	7.31	4.78	9.26	63.63
14	23.66	36.53	14.14	9.89	33.72	40.29	23.27	22.81
15	40.40	45.58	7.46	57.42	63.59	62.14	64.35	76.47

APÊNDICE J - Teste estatístico de Mann-Whitney para os resultados do aumento do volume dos sistemas Reciproc e Biorace no canal todo e em cada terço do canal radicular

Todo canal radicular

Resultado	Reciproc	Biorace
Tamanho da amostra	15	15
Soma dos Postos (Ri)	252.0	213.0
Mediana	3.16	1.60
U	93.00	
Z(U)	0.8088	
p-valor (unilateral)	0.2093	
p-valor (bilateral)	0.4186	

1/3 cervical do canal radicular

Resultado	Reciproc	Biorace
Tamanho da amostra	15	15
Soma dos Postos (Ri)	248.0	217.0
Mediana	1.61	0.85
U	97.00	
Z(U)	0.6429	
p-valor (unilateral)	0.2601	
p-valor (bilateral)	0.5203	

1/3 médio do canal radicular

Resultado	Reciproc	Biorace
Tamanho da amostra	15	15
Soma dos Postos (Ri)	241.0	224.0
Mediana	0.84	0.55
U	104.00	
Z(U)	0.3526	
p-valor (unilateral)	0.3622	
p-valor (bilateral)	0.7244	

1/3 apical do canal radicular

Resultado	Reciproc	Biorace
Tamanho da amostra	15	15
Soma dos Postos (Ri)	271.0	0.26
Mediana	0.43	15
U	74.00	
Z(U)	1.5969	
p-valor (unilateral)	0.0551	
p-valor (bilateral)	0.1103	

APÊNDICE K - Teste estatístico de Mann-Whitney para os resultados da porcentagem do aumento de volume dos sistemas Reciproc e Biorace no canal todo e em cada terço do canal radicular

Todo canal radicular

Resultado	Reciproc	Biorace
Tamanho da amostra	15	15
Soma dos Postos (Ri)	235.0	230.0
Mediana	31.15	25.62
U	110.00	
Z(U)	0.1037	
p-valor (unilateral)	0.4587	
p-valor (bilateral)	0.9174	

1/3 cervical do canal radicular

Resultado	Reciproc	Biorace
Tamanho da amostra	15	15
Soma dos Postos (Ri)	238.0	227.0
Mediana	29.20	20.86
U	107.00	
Z(U)	0.2281	
p-valor (unilateral)	0.4098	
p-valor (bilateral)	0.8195	

1/3 médio do canal radicular

Resultado	Reciproc	Biorace
Tamanho da amostra	15	15
Soma dos Postos (Ri)	232.0	233.0
Mediana	27.55	23.27
U	112.00	
Z(U)	0.0207	
p-valor (unilateral)	0.4917	
p-valor (bilateral)	0.9835	

1/3 apical do canal radicular

Resultado	Reciproc	Biorace
Tamanho da amostra	15	15
Soma dos Postos (Ri)	264.0	201.0
Mediana	44.60	32.54
U	81.00	
Z(U)	1.3066	
p-valor (unilateral)	0.0957	
p-valor (bilateral)	0.1914	

APÊNDICE L – Valores das superfícies não preparadas (expressos em voxel) do canal radicular nas secções transversais seleccionadas para cada amostra nos terços cervical, médio e apical para os sistemas Reciproc e Biorace

Dentes	Sistemas					
	Reciproc			Biorace		
	1/3 cervical	1/3 médio	1/3 apical	1/3 cervical	1/3 médio	1/3 apical
1	56,80	63,90	3,62	30,00	37,70	16,00
	56,20	63,00	2,89	28,00	37,40	16,00
	56,20	62,00	3,08	28,00	37,10	16,00
	64,00	62,00	3,05	32,00	36,00	15,80
	56,00	60,00	3,70	29,00	34,50	15,20
2	56,00	61,00	2,80	28,00	38,00	16,00
	58,00	60,00	3,00	31,00	38,10	15,00
	60,00	59,00	4,00	28,00	37,00	15,20
	56,90	59,00	3,50	31,00	36,90	15,80
	58,00	58,00	3,29	28,00	37,00	15,00
3	57,00	63,90	3,16	27,00	37,00	14,60
	56,00	63,00	3,29	31,00	36,20	14,20
	56,00	62,00	2,88	30,00	34,00	14,00
	56,80	61,70	2,90	28,00	34,20	14,90
	56,00	61,10	3,00	28,50	37,00	15,00
4	58,00	62,00	4,00	31,00	36,80	14,00
	57,00	60,70	3,70	27,00	36,00	14,40
	56,00	59,80	3,50	28,50	35,00	14,40
	56,00	59,20	3,50	28,00	35,00	14,20
	56,00	58,00	2,80	30,10	34,20	14,60
5	60,00	59,30	3,41	30,50	35,10	15,00
	56,00	58,00	3,89	28,00	36,00	15,80
	55,00	58,00	4,00	28,60	34,20	15,30
	55,00	58,50	3,49	28,90	37,00	15,10
	61,00	58,00	3,59	31,00	34,70	15,00
6	55,00	58,90	2,80	31,00	37,80	15,00
	55,80	58,10	2,80	28,70	37,50	15,80
	55,00	58,00	2,80	28,00	37,00	15,20
	55,00	58,00	2,80	31,00	34,40	15,00
	59,00	58,00	2,80	28,00	35,00	15,00
7	55,00	63,00	4,00	30,00	34,70	15,80
	55,90	63,80	4,00	32,30	37,00	15,00
	55,00	62,10	2,80	29,50	36,90	15,00
	55,70	60,00	3,00	29,20	36,30	14,90
	59,00	59,00	3,20	28,00	34,20	15,10
8	62,00	59,90	2,90	31,00	35,10	14,10
	56,70	58,10	4,00	29,70	36,00	15,00
	56,50	58,30	3,50	28,00	37,00	16,00
	56,00	58,00	3,00	28,00	36,50	17,20
	56,00	58,00	3,00	26,00	34,20	17,90
9	60,00	63,00	4,00	33,00	37,80	15,00
	56,00	62,90	4,00	31,00	37,50	14,10
	56,20	62,10	3,50	30,00	36,00	14,11
	60,00	63,00	3,30	29,00	35,80	17,80
	56,40	61,00	3,00	29,00	35,00	17,00
10	56,00	63,00	4,00	31,00	34,00	14,30
	56,00	62,80	3,50	29,00	37,00	14,00
	56,00	62,10	3,00	29,00	34,00	14,40
	61,00	61,70	2,80	29,00	34,00	14,70
	56,00	60,00	2,80	29,00	34,00	14,20

11	60,00	60,00	2,80	31,00	37,10	16,00
	55,00	59,10	3,60	30,00	37,50	15,50
	57,00	58,90	3,60	28,00	35,80	14,60
	56,90	58,30	4,00	2800	35,00	14,10
	56,00	58,00	3,00	28,00	34,80	14,20
12	60,00	58,10	4,00	30,00	34,90	14,20
	56,00	58,00	4,00	29,00	34,80	14,40
	60,00	58,50	2,90	28,00	34,10	15,20
	56,40	58,00	2,80	28,00	34,20	15,00
13	59,00	58,00	2,80	28,00	34,70	14,30
	56,00	59,30	4,00	31,00	36,70	14,00
	56,00	59,00	4,00	30,00	36,00	14,00
	56,00	58,90	3,00	30,00	35,90	14,00
	56,10	58,70	3,10	31,00	35,00	14,00
14	56,00	58,00	3,00	29,00	34,00	14,00
	60,00	59,00	3,30	30,00	34,20	15,00
	60,00	59,00	3,20	28,00	37,00	15,70
	57,00	58,00	3,00	28,00	36,80	15,00
	56,30	58,00	2,90	28,00	36,00	14,30
15	56,00	58,50	2,90	28,00	37,00	14,00
	56,00	60,50	4,00	28,00	34,00	14,30
	56,40	60,10	4,00	28,00	34,00	14,90
	60,00	59,00	2,90	28,00	34,00	15,90
	56,00	59,00	2,90	28,00	34,00	15,00
	58,00	58,00	2,80	28,00	34,00	14,70

APÊNDICE M – Valores percentuais das superfícies não preparadas do canal radicular nas secções transversais selecionadas para cada amostra nos terços cervical, médio e apical para os sistemas Reciproc e Biorace

Dentes	Sistemas					
	Reciproc			Biorace		
	1/3 cervical	1/3 médio	1/3 apical	1/3 cervical	1/3 médio	1/3 apical
1	40,44	20,85	3,62	14,30	10,20	20,12
	37,68	29,52	2,49	6,05	11,10	13,70
	27,42	25,55	6,08	5,34	11,05	6,98
	24,96	10,72	6,05	7,20	11,03	9,65
	25,03	22,03	3,69	7,19	8,65	4,25
2	19,51	27,37	5,38	8,64	12,08	34,70
	26,31	10,52	5,08	5,54	11,46	25,78
	22,66	23,10	4,74	7,35	12,17	31,00
	24,35	42,32	4,33	12,26	13,23	13,25
	23,82	46,00	5,66	8,96	7,54	17,04
3	19,55	27,15	13,16	26,82	12,16	5,04
	40,28	20,67	10,29	9,82	8,34	4,98
	33,55	10,00	10,08	7,79	11,90	8,88
	29,87	21,45	9,49	10,42	31,64	7,46
	28,47	26,51	8,27	10,89	42,92	9,98
4	19,12	27,00	5,20	7,50	7,58	4,00
	10,00	23,81	6,23	6,90	10,73	4,39
	19,01	25,05	3,58	6,57	7,00	4,45
	17,99	10,20	3,00	5,83	7,00	6,68
	23,67	23,52	3,00	12,14	7,00	12,50
5	19,00	28,78	8,41	11,16	7,82	11,11
	19,73	26,68	5,89	8,25	8,53	11,21
	23,06	24,29	4,35	7,05	9,86	17,05
	19,15	28,88	6,49	5,19	10,44	14,56
	29,81	23,93	3,59	5,61	9,23	1,97
6	10,00	25,78	3,00	5,00	9,55	14,68
	10,00	22,97	3,00	5,00	9,52	16,09
	10,00	29,19	3,00	5,89	7,26	7,50
	10,00	10,99	3,00	7,66	7,00	10,77
	10,00	23,83	3,00	7,61	7,00	12,00
7	20,84	11,20	11,76	6,67	12,04	6,90
	10,00	28,13	3,74	7,93	9,14	6,78
	10,00	29,00	3,00	6,00	9,38	10,25
	10,18	5,00	3,48	9,51	12,08	6,89
	10,40	10,34	3,29	11,82	8,55	5,89
8	17,32	22,07	2,39	5,12	12,87	5,45
	20,50	23,86	7,26	5,23	12,56	5,90
	10,00	28,02	4,30	8,50	13,10	12,67
	10,00	25,50	5,47	7,15	7,29	10,80
	10,00	22,32	3,74	6,45	7,04	6,90
9	21,72	26,31	17,59	21,33	15,94	7,56
	19,72	29,20	12,92	6,38	15,03	4,22
	21,48	34,84	12,95	8,66	18,94	5,88
	28,27	30,16	13,88	6,44	9,59	20,60
	31,13	33,95	3,35	12,16	13,33	20,73
10	10,00	10,00	12,41	6,41	12,15	4,32
	10,00	11,39	9,23	6,17	12,50	0,00
	10,00	10,00	3,17	7,99	8,30	3,23
	10,00	10,00	3,00	7,62	8,54	5,12
	10,21	10,00	3,00	13,99	13,99	3,91

11	10,62	30,33	3,00	5,00	12,55	14,30
	17,37	42,30	3,61	5,00	7,59	13,67
	21,37	26,75	3,64	5,00	7,88	5,65
	21,55	11,91	7,07	6,23	7,63	4,13
	21,67	39,35	2,46	9,91	7,00	4,73
12	25,88	27,78	6,62	5,00	9,62	4,77
	10,00	26,23	7,27	7,44	8,74	5,11
	10,00	24,78	3,75	5,00	9,82	7,78
	10,00	10,39	3,00	7,80	13,12	5,96
	22,18	11,63	3,00	7,69	7,41	5,28
13	21,00	22,50	5,05	10,29	7,71	0,00
	10,00	24,12	4,59	9,48	8,52	0,00
	10,00	10,54	3,57	7,84	17,56	0,00
	10,78	11,15	3,29	8,72	22,85	0,00
	21,89	10,00	3,56	8,97	20,72	0,00
14	28,80	10,25	3,33	5,00	12,10	20,78
	10,82	24,02	3,25	5,00	8,98	14,50
	26,28	24,87	5,45	10,89	11,07	13,02
	10,00	25,23	5,48	16,02	12,67	5,54
	10,16	42,64	3,68	5,94	13,77	4,67
15	10,00	10,00	4,10	5,00	16,53	5,09
	10,00	10,00	3,18	5,00	7,57	16,78
	10,00	10,00	3,53	5,00	7,40	21,33
	10,00	10,00	3,16	9,13	10,30	14,43
	10,00	10,35	3,00	9,96	9,01	11,30

APÊNDICE N - Teste estatístico de Mann-Whitney para os resultados das superfícies não preparadas dos sistemas Reciproc e Biorace em cada terço do canal radicular

1/3 cervical do canal radicular

Resultado	Reciproc	Biorace
Tamanho da amostra	75	75
Soma dos Postos (Ri)	8475.0	2850.0
Mediana	56.20	29.00
U	0.00	
Z(U)	10.5714	
p-valor (unilateral)	< 0.0001	
p-valor (bilateral)	< 0.0001	

1/3 médio do canal radicular

Resultado	Reciproc	Biorace
Tamanho da amostra	75	75
Soma dos Postos (Ri)	8475.0	2850.0
Mediana	59.00	35.90
U	0.00	
Z(U)	10.5714	
p-valor (unilateral)	< 0.0001	
p-valor (bilateral)	< 0.0001	

1/3 apical do canal radicular

Resultado	Reciproc	Biorace
Tamanho da amostra	75	75
Soma dos Postos (Ri)	2850.0	8475.0
Mediana	3.16	15.00
U	0.00	
Z(U)	10.5714	
p-valor (unilateral)	< 0.0001	
p-valor (bilateral)	< 0.0001	

APÊNDICE O - Teste estatístico de Mann-Whitney para os resultados da porcentagem das superfícies não preparadas dos sistemas Reciproc e Biorace em cada terço do canal radicular

1/3 cervical do canal radicular

Resultado	Reciproc	Biorace
Tamanho da amostra	75	75
Soma dos Postos (Ri)	7975.0	3350.0
Mediana	19.01	7.44
U	500.00	
Z(U)	8.6921	
p-valor (unilateral)	< 0.0001	
p-valor (bilateral)	< 0.0001	

1/3 médio do canal radicular

Resultado	Reciproc	Biorace
Tamanho da amostra	75	75
Soma dos Postos (Ri)	7475.5	3849.5
Mediana	23.86	9.86
U	999.50	
Z(U)	6.8146	
p-valor (unilateral)	< 0.0001	
p-valor (bilateral)	< 0.0001	

1/3 apical do canal radicular

Resultado	Reciproc	Biorace
Tamanho da amostra	75	75
Soma dos Postos (Ri)	4305.0	7020.0
Mediana	3.74	7.46
U	1455.00	
Z(U)	5.1025	
p-valor (unilateral)	< 0.0001	
p-valor (bilateral)	< 0.0001	

APÊNDICE P – Estatística descritiva da porcentagem das superfícies não preparadas do canal para os sistemas Reciproc e Biorace considerando todo o canal radicular

	Reciproc Canal Total	Biorace Canal Total
Tamanho da amostra	225	225
Mínimo	2.3900	0.0000
Máximo	46.0000	42.9200
Amplitude Total	43.6100	42.9200
Mediana	10.3900	8.5200
Primeiro Quartil (25%)	6.0800	6.3800
Terceiro Quartil (75%)	23.8300	12.0800
Desvio Interquartilico	17.7500	5.7000
Média Aritmética	15.1216	9.7358
Variância	106.6306	32.1327
Desvio Padrão	10.3262	5.6686
Erro Padrão	0.6884	0.3779
Coefficiente de Variação	68.29%	58.22%
Assimetria (g1)	0.6720	2.1469
Curtose (g2)	-0.4093	7.7869
Média Harmônica	8.3092	8.1292
N (média harmônica)	225	219
Média Geométrica	11.4587	8.9391
N (média geométrica)	225	219
Variância (geom.)	1.3171	1.0941
Desvio Padrão (geom.)	2.2175	1.5764

APÊNDICE Q - Teste estatístico de Mann-Whitney para os resultados da porcentagem das superfícies não preparadas dos sistemas Reciproc e Biorace considerando todo o canal radicular

Resultado	Reciproc	Biorace
Tamanho da amostra	225	225
Soma dos Postos (Ri)	57171.5	44303.5
Mediana	10.39	8.52
U	18878.50	
Z(U)	4.6645	
p-valor (unilateral)	< 0.0001	
p-valor (bilateral)	< 0.0001	

APÊNDICE R – Teste estatístico de Kruskal-Wallis com complementação do Método de Dunn para os resultados da comparação das superfícies não preparadas entre os terços do canal radicular no sistema Reciproc

Resultados				
H	174.3702			
Graus de liberdade	2			
(p) Kruskal-Wallis	< 0.0001			
R 1	9318.0000			
R 2	13257.0000			
R 3	2850.0000			
R 1 (posto médio)	124.2400			
R 2 (posto médio)	176.7600			
R 3 (posto médio)	38.0000			
Comparações (método de Dunn)	Dif. Postos	z calculado	z crítico	p
Postos médios cervical X médio	52.5200	4.9407	2.394	< 0.05
Postos médios cervical X apical	86.2400	8.1128	2.394	< 0.05
Postos médios médio X apical	138.7600	13.0534	2.394	< 0.05

APÊNDICE S – Teste estatístico de Kruskal-Wallis com complementação do Método de Dunn para os resultados da comparação das superfícies não preparadas entre os terços do canal radicular no sistema Biorace

Resultados				
H	199.7232			
Graus de liberdade	2			
(p) Kruskal-Wallis	< 0.0001			
R 4	8475.0000			
R 5	14100.0000			
R 6	2850.0000			
R 4 (posto médio)	113.0000			
R 5 (posto médio)	188.0000			
R 6 (posto médio)	38.0000			
Comparações (método de Dunn)	Dif. Postos	z calculado	z crítico	p
Postos médios cervical X médio	75.0000	7.0554	2.394	< 0.05
Postos médios cervical X apical	75.0000	7.0554	2.394	< 0.05
Postos médios médio X apical	150.0000	14.1108	2.394	< 0.05

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PROJETO DE PESQUISA

Título: Avaliação do preparo de canais radiculares com seção transversal achatada realizado pelos sistemas Reciproc e Biorace utilizando a microtomografia computadorizada

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 07125412.0.0000.0075

Pesquisador: SANDRA SOARES KUHNE BUSQUIM

Instituição: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 108.471

Data da Relatoria: 26/09/2012

Apresentação do Projeto:

Tendo em vista que canais radiculares com seção transversal achatada dificultam a ação dos instrumentos rotatórios, os quais não conseguem se adaptar às paredes do canal radicular em toda sua extensão, a presente pesquisa avaliará o preparo de canais achatados de trinta molares inferiores com o sistema Reciproc (Grupo 1= 15), comparando-o ao preparo com instrumentos de rotação completa BioRaCe (Grupo 2= 15) por meio da microtomografia computadorizada. Os dentes serão escaneados antes e após o preparo dos canais radiculares. Por fim, serão feitas comparações das mudanças no volume, áreas preparadas e não preparadas da superfície do canal, analisando e tabulando estatisticamente os resultados.

Objetivo da Pesquisa:

O trabalho tem como objetivo avaliar qualitativa e quantitativamente o preparo de canais achatados de molares inferiores com o sistema Reciproc, comparando-o ao preparo convencional com o sistema BioRaCe por meio da microtomografia computadorizada. Pretende, ainda, avaliar no canal radicular as mudanças no volume do canal e as áreas preparadas e não preparadas da superfície após o preparo pelos sistemas citados.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A pesquisa não acarretará riscos, pois se trata de pesquisa em dentes originários do Banco de Dentes da FOU SP.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é relevante, pois avaliará qual dos sistemas é mais eficaz no preparo de canal radicular, contribuindo para uma melhora na qualidade do tratamento endodôntico.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os documentos exigidos foram apresentados pela pesquisadora: Folha de Rosto, Declaração de Doação do Banco de Dentes da FOU SP e Autorização do Laboratório de Dentística.

Recomendações:

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOU SP relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final ao término do trabalho. Qualquer modificação do projeto original deve ser apresentada a este CEP, de forma objetiva e com justificativas, para nova apreciação.

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SÃO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7814 **E-mail:** cepfo@usp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

O Banco de Dentes Humanos da FOU SP é considerado pela CONEP um Biobanco, portanto segundo a Resolução CNS Nº 441 a partir do dia 12 de maio de 2012 os trabalhos enviados ao CEP para serem aprovados utilizando a doação destes dentes necessitam que o Biobanco esteja aprovado pelo CEP-CONEP. Favor verificar esta condição com o coordenador do Banco de Dentes Humanos da FOU SP.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto de pesquisa encontra-se adequado para aprovação do CEP.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto de pesquisa adequado para aprovação do CEP-FOU SP.

SAO PAULO, 26 de Setembro de 2012

Assinado por:
Marcia Turolia Wanderley

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária CEP: 05.508-900
UF: SP Município: SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 Fax: (11)3091-7814 E-mail: cepfo@usp.br