

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA
ENDODONTIA

DISSERTAÇÃO

Comparação do desempenho dos sistemas de níquel-titânio de rotação
contínua, alternada e sua associação no preparo de canais radiculares curvos:
estudo in vitro

CAROLINA BENDER HOPPE

PORTO ALEGRE

2013

CAROLINA BENDER HOPPE

Comparação do desempenho dos sistemas de níquel-titânio de rotação contínua, alternada e sua associação no preparo de canais radiculares curvos: estudo *in vitro*

In vitro comparative study of NiTi systems using reciprocating, continuous and an association of motions in curved root canals

Linha de pesquisa

Biomateriais e Técnicas Terapêuticas em Odontologia

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica- Endodontia.

Orientadora Prof. Dra. Fabiana Soares Grecca

PORTO ALEGRE

2013

CIP - Catalogação na Publicação

Hoppe, Carolina Bender

Comparação do desempenho dos sistemas de níquel-titânio de rotação contínua, alternada e sua associação no preparo de canais radiculares curvos: estudo in vitro / Carolina Bender Hoppe. -- 2013.
51 f.

Orientadora: Fabiana Soares Grecca.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Porto Alegre, BR-RS, 2013.

1. endodontia. 2. preparo de canal radicular. I. Grecca, Fabiana Soares, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, Fabiana Soares Grecca, por toda confiança, dedicação, disponibilidade e compreensão. Obrigada por me apoiar e transformar os momentos de orientação em encontros descontraídos e de amizade durante esta jornada.

Aos professores da disciplina de endodontia: João Ferlini Filho, Francisco Montagner, Simone Bonato Luisi, Augusto Bodanezi, Renata Grazziotin Soares, Marcus Vinicius Reis Só, Patrícia Poli Kopper Móra, Régis Burmeister dos Santos, Fabiana Soares Grecca e ao braço direito dessa equipe, Andréa, por serem maravilhosos mestres e causarem meu sorriso matinal mesmo nos dias difíceis. Obrigada por fazerem da endodontia praticamente minha primeira casa.

Agradecimento especial ao professor Régis Burmeister dos Santos, por me ensinar muito além de endodontia, pela confiança, pelas palavras sábias e bem fundamentadas, que alicerçam meu conhecimento e me fazem acreditar num futuro promissor.

À professora Maria Beatriz Cardoso Ferreira, pela disponibilidade sempre instantânea, pelos auxílios estatísticos, por ser uma excelente professora, profissional e pessoa.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela oportunidade e pelo ensino de qualidade, e ao seu Programa de Pós-graduação em Odontologia (PPGODO), pelo empenho em fornecer um curso de tamanha excelência.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro durante os dois anos de mestrado.

As minhas queridas colegas de mestrado, Aline Matins Justo, Alessandra Tolfo Ledur Vaucher, Eloísa Assmann e Ludmila Moraes, por serem exemplos de magníficas profissionais. Obrigada por serem confidentes, conselheiras, pela amizade, por todos os momentos descontraídos e divertidos nestes dois anos. Vocês são o melhor presente que o mestrado me proporcionou.

Aos colegas de pós-graduação do doutorado e aos bolsistas de iniciação científica, pelo companheirismo, apoio, auxílio e descontração.

A minha família, Margareth Bender Hoppe, Miguel Luiz Hoppe e Juliana Bender Hoppe, e ao meu companheiro e melhor amigo Andress, por me incentivarem nos momentos mais difíceis, compreenderem minha ausência, acalmarem meus desesperos e ansiedades e pela paciência com a minha impaciência.

A todas as pessoas que participaram dessa trajetória e a tornaram algo muito prazeroso.

À Dentsply Maillefer pelo fornecimento dos materiais, com rapidez e competência.

RESUMO

HOPPE, C. B. **Comparação do desempenho dos sistemas de níquel-titânio de rotação contínua, alternada e sua associação no preparo de canais radiculares curvos: estudo *in vitro*. 2013.** 50f. Dissertação/mestrado – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

O preparo químico-mecânico tem sido essencial no sucesso do tratamento endodôntico. No entanto, atualmente não existe instrumento ou técnica com capacidade de proporcionar a limpeza e a desinfecção dos sistemas de canais em sua totalidade. O objetivo desse estudo foi avaliar a limpeza, tempo, transporte e centralização de preparos de canais radiculares curvos utilizando os sistemas de rotação contínua ProTaper®, de rotação alternada WaveOne® e uma sugestão de técnica híbrida de preparo. Foram selecionadas raízes mesiais de primeiros molares inferiores humanos permanentes extraídos. Após a definição dos ângulos de curvatura e raio, os canais (n=60) foram divididos em três grupos experimentais, conforme sistemas de preparo (ProTaper, WaveOne, WaveOne Técnica Híbrida). O diâmetro apical final foi padronizado em #25. As quantidades de *debris* e *smear layer* remanescentes foram analisadas em microscopia eletrônica de varredura, através de escores, e avaliadas estatisticamente por meio do teste de Kruskal–Wallis. Fraturas ou deformações nos instrumentos foram registradas. O tempo de preparo foi cronometrado e analisado através de ANOVA e Tukey. Tomografia computadorizada de feixe cônico pré e pós-operatória foram feitas para mensuração do transporte e centralização dos canais e os resultados obtidos foram avaliados estatisticamente através de ANOVA. Em relação à capacidade de limpeza, os três grupos apresentaram semelhante capacidade em remover *debris* e formar *smear layer*, sem diferenças estatísticas ($P>0,05$) em todas as porções dos canais. O preparo com apenas um instrumento foi significativamente mais rápido do que com sequências de instrumentos ($P<0,05$). Durante a instrumentação, não ocorreram fraturas, apenas três instrumentos deformaram. Não foram encontradas diferenças no transporte e centralização dos canais entre os sistemas. Sob as condições deste estudo, todos os instrumentos apresentaram uma capacidade de limpeza similar, sendo o instrumento único semelhante aos demais sistemas de sequências de instrumentos, contudo, reduzindo o tempo de preparo de forma significativa. Nenhum instrumento forneceu um debridamento completo. Todos os grupos mostraram-se similares em relação à capacidade de manter a curvatura original do canal.

Palavras-chave: endodontia, lama dentinária, preparo de canal radicular.

ABSTRACT

HOPPE, C. B. ***In vitro* comparative study of NiTi systems using reciprocating, continuous and an association of motions in curved root canals.** 2013. 50p. Master Thesis – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

The chemo-mechanical preparation is essential for successful endodontic treatment. However, currently no instrument can predictably clean the entire root canal system. The aim of this investigation was to assess the cleanliness, preparation time and shaping ability of curved root canals in extracted human molar teeth using rotary full-sequence ProTaper, single-file system WaveOne and a protocol using both systems. Sixty canals had the degree and the radius of curvature determined and were divided into three groups according with preparation systems. Canals were prepared until #25 apical sizes and the shaping ability and the cleaning efficacy were evaluated. The amounts of debris and smear layer were quantified on the basis of a numerical evaluation scale by scanning electron microscope and were analyzed statistically using the Kruskal–Wallis test. Instrument failures were recorded. Preparation time was analyzed statistically using ANOVA and Tukey. Teeth were scanned pre- and post-operatively using computed tomography to measure shaping changes and the obtained results were statistically analyzed using ANOVA. For debris removal and smear layer remaining, the results for three groups were similar and not significantly different for the all parts of the canals ($P > 0.05$). Instrumentation with WaveOne was significantly faster than with other instruments ($P < 0.05$). During preparation, no file fractured, three suffered deformations. No difference in the transportation and centering ratio was found between the systems. Under the conditions of this study, all instruments maintained the original canal curvature well and were safe to use. A single-file system presented as good cleanliness capacity as others, reducing the preparation time significantly, although none could provide a complete debridement.

Key-words: endodontics, root canal preparation, *smear layer*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Amostra – a) primeiros molares inferiores b) raiz mesial.....	17
Figura 2.	Linhas traçadas sobre o canal radicular segundo a técnica de Schneider (1971).....	18
Figura 3.	Definição dos ângulos de curvatura (A: 26,3°) e distância A-B (L1: 5,0 mm) no programa Adobe Photoshop, ferramenta <i>Ruler Tool</i>	19
Figura 4.	Sulcos longitudinais. a) vista mesial b) vista distal.....	20
Figura 5.	Grupos experimentais e esquema de irrigação.....	23
Figura 6.	a) Amostras nos <i>stubs</i> e b) amostras metalizadas para análise em MEV.....	24
Figura 7.	Imagens em MEV, aumento em 200x, classificando os escores. A= escore 1 (0-25% de presença de <i>debris</i> cobrindo a superfície examinada), B= escore 2 (25-50% de presença de <i>debris</i> cobrindo a superfície examinada), C= escore 3 (50-75% de presença de <i>debris</i> cobrindo a superfície examinada) e D= escore 4(75-100% de presença de <i>debris</i> cobrindo a superfície examinada).....	26
Figura 8.	Imagens em MEV, aumento em 1000x, classificando os escores. A= escore 1 (0-25% de presença de <i>smear layer</i> cobrindo a superfície examinada), B= escore 2 (25-50% de presença de <i>smear layer</i> cobrindo a superfície examinada), C= escore 3 (50-75% de presença de <i>smear layer</i> cobrindo a superfície examinada) e D= escore 4(75-100% de presença de <i>smear layer</i> cobrindo a superfície examinada)	26
Figura 9	Fonte: GAMBILL; ALDER; DEL RIO, 1996.....	28
Figura 10.	Imagens antes e após o preparo e medições realizadas com a ferramenta <i>Ruler Tool</i> do Adobe Photoshop.....	29
Figura 11.	Fotos da deformação dos instrumentos. A - Pathfile #13, B – WaveOne usado no sistema WaveOne e C – WaveOne usado na técnica híbrida	33

LISTA DE TABELAS

Tabela1. Divisão das amostras nos grupos experimentais conforme o sistema de preparo utilizado, considerando o ângulo de curvatura do canal radicular.....	21
Tabela 2. Frequência dos escores para <i>debris</i>	31
Tabela 3. Frequência dos escores para <i>smear layer</i>	32
Tabela 4. Média e desvio-padrão do tempo de preparo (em segundos) para os grupos experimentais.....	32
Tabela 5. Média e desvio-padrão da razão de centralização nos grupos.....	34
Tabela 6. Média e desvio-padrão do transporte do canal (mm) nos grupos.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CT	Comprimento de trabalho
EDTA	Ácido etilenodiaminotetracético
FO	Faculdade de Odontologia
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
micro-CT	Microtomografia computadorizada
MV	canal méso-vestibular
ML	canal méso-lingual
NaOCl	Hipoclorito de sódio
NiTi	Níquel-titânio
PT	ProTaper Universal
WO	WaveOne
WOTH	WaveOne Técnica Híbrida
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1	ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA	10
2	OBJETIVO	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	METODOLOGIA	16
3.1	TIPO DE ESTUDO	16
3.2	LOCAL DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA	16
3.3	AMOSTRA	16
3.3.1	Seleção da amostra	16
3.3.2	Ângulo de curvatura e raio	18
3.3.3	Divisão dos grupos experimentais	20
3.4	PREPARO DOS CANAIS RADICULARES	21
3.4.1	Métodos de preparo	22
3.5	ANÁLISE EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV) ...	24
3.6	ANÁLISE DE TEMPO DE PREPARO	27
3.7	ANÁLISE DE FADIGA DE INSTRUMENTOS	27
3.8	ANÁLISE DO TRANSPORTE E CENTRALIZAÇÃO DOS CANAIS APÓS O PREPARO	27
4	RESULTADOS	31
5	DISCUSSÃO	35
6	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42
	ANEXO 1 - Autorização para coleta de amostra	48
	ANEXO 2 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	49
	ANEXO 3 - Termo de Doação de Dentes	50

1 ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

O principal objetivo do tratamento de canais radiculares é a redução dos microrganismos neles alojados após a infecção. Para atingi-lo, o preparo químico-mecânico tem sido essencial no sucesso do tratamento endodôntico (SCHILDER, 1974; HÜLSMANN; PETERS; DUMMER, 2005).

Mesmo sendo esse estágio influenciado adversamente pelas amplas variações de anatomia do canal radicular, esse tem a finalidade de efetuar a completa remoção de tecido vital ou necrótico (PETERS, 2004). Entretanto, essas variações podem interferir e favorecer a persistência de restos de matéria orgânica e detritos nos istmos, reentrâncias e ramificações (BARBIZAM et al., 2002, WEIGER; ELAYOUTI; LÖST, 2002). Já a modelagem tende a preservar a integridade do canal e a anatomia apical para uma adequada obturação (HÜLSMANN; PETERS; DUMMER, 2005; MOORE; FITZ-WLATER; PARASHOS, 2009). Esta manutenção da forma original do canal está associada a melhores resultados endodônticos (PETERS, 2004; BERUTTI et al., 2012)

Atualmente não existe instrumento ou técnica com capacidade de proporcionar a limpeza e a desinfecção dos sistemas de canais em sua totalidade (YARED; DAGHER, 1994; HÜLSMANN; PETERS; DUMMER, 2005), especialmente na porção apical dos canais radiculares (SIQUEIRA et al., 1997; PAQUÉ; GANABI; PETERS, 2009; FORNARI et al., 2010). Dentro deste contexto, a capacidade de limpeza de um instrumento tem importância primordial para o eficiente resultado do tratamento endodôntico (HÜLSMANN; PETERS; DUMMER, 2005).

No estudo de Bürklein e colaboradores (2012) foi observado por microscopia eletrônica de varredura que, em todos os sistemas de instrumentação utilizados, áreas não instrumentadas com remanescentes de *debris*, foram encontradas em todas as amostras e que a capacidade de limpeza reduziu de coronal para apical.

Debris e *smear layer* são usados comumente como critérios de avaliação da eficácia de limpeza de diferentes instrumentos. Consistem em *debris*: lascas de dentina, tecido pulpar vital ou necrótico residual e/ou partículas quaisquer, aderidas na parede do canal, que podem ser consideradas infectadas em muitos casos (HÜLSMANN; RÜMMELIN; SHÄFERS, 1997). *Smear layer* (lama dentinária) é uma película de superfície fina (1-2 μm) composta principalmente de matéria inorgânica

(AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTICS, 2003) produzida pela instrumentação do canal (HÜLSMANN; RÜMMELIN; SHÄFERS, 1997; GRANDINI; BALLERI; FERRARI, 2002; BÜRKLEIN et al., 2012). Ou seja, a lama dentinária é criada apenas quando os instrumentos endodônticos agem efetivamente no corte das paredes de dentina. Isso pode se tornar uma preocupação quando se levar em consideração as áreas de dentina não instrumentadas (BÜRKLEIN et al., 2012). Em estudos utilizando microtomografia computadorizada (micro-CT), foi relatado que instrumentos de níquel-titânio deixam cerca de 35% de superfície de área de dentina intocadas (PETERS et al., 2003).

Outro ponto relevante referente às áreas de dentina não instrumentadas é o conseqüente acúmulo de *debris*, especialmente nas ramificações e istmos do sistema de canais radiculares (SIQUEIRA et al., 1997).

Artifícios utilizados durante o preparo têm se baseado em diferentes soluções irrigadoras, sistemas de irrigação e ampliação do calibre dos canais radiculares. Albrecht, Baumgartner e Marshall (2004) observaram que a remoção de *debris* foi mais efetiva quando o diâmetro apical final do preparo era de maior calibre. Os autores sugerem que isto pode ocorrer devido ao aumento da profundidade de penetração da agulha irrigadora, melhorando conseqüentemente a eficácia da irrigação.

Diferentes métodos (Microscopia Eletrônica de Varredura, Microscopia de Força Atômica, Microscopia Óptica) estão disponíveis para avaliar a superfície da dentina após o preparo, entretanto, a microscopia eletrônica de varredura (MEV) ainda é a metodologia mais utilizada para se obter essas informações (DE-DEUS; REIS; PACIORNIK, 2011; ROBINSON et al., 2013).

A liga de níquel-titânio (NiTi) foi desenvolvida nos meados de 1960 e suas propriedades termodinâmicas mostraram-se capazes de produzir um efeito de memória de forma quando tratamentos térmicos específicos e controlados eram aplicados (BUEHLER; GILFRICH; WILEY, 1963). A memória de forma é o retorno do material para sua forma estrutural original e orientação inicial (THOMPSON, 2000).

Por apresentar memória de forma e um menor módulo de elasticidade que as limas de aço inoxidável, viu-se uma provável vantagem no uso de instrumentos desta liga para o preparo de canais radiculares curvos (ANDREASEN; WASS; CHAN, 1985). Neste caso, os instrumentos não deformariam permanentemente como ocorre com as limas tradicionais (SCHÄFER, 1997).

Apesar das suas qualidades favoráveis da liga de NiTi, existe um risco potencial e, muitas vezes inesperado, de fratura durante o seu uso (SCHÄFER, 1997; PETERS, 2004; SHEN et al., 2013). Ainda que consideráveis melhoras tenham sido feitas no design e nos métodos de fabricação, estes ainda fraturam por fadiga cíclica, o que continua sendo uma preocupação, especialmente em canais com curvaturas severas (PLOTINO et al., 2009; KIM et al., 2012; SHEN et al., 2013).

Os mecanismos que conduzem a fratura dos instrumentos rotatórios de NiTi são a fadiga cíclica e o sobrecarregamento torcional. A fadiga cíclica ocorre como resultado da rotação em torno de uma curva, por repetição e compressão do metal, causando endurecimento do material seguido da fratura. A fratura torcional ocorre quando a ponta do instrumento rotatório tranca no interior do canal enquanto o motor continua a rotação (PLOTINO et al., 2009; SHEN et al., 2013). A fratura, neste caso, ocorrerá quando a resistência à tração deste material for excedida. Dessa forma, um material precisa ser resistente à fadiga cíclica e ter suficiente flexibilidade para permitir o preparo de sistemas curvos, mas também suficiente força de torque para não permitir que a fratura por fadiga torcional ocorra.

Recentemente, inúmeros processos termomecânicos e tecnologias de fabricação tem sido desenvolvidos para aperfeiçoar a microestrutura das ligas de NiTi (SHEN et al., 2013). Este metal contém a proporção de 56% de níquel para 44% de titânio, aproximadamente (WALIA; BRANTLEY; GERSTEIN et al., 1988; THOMPSON, 2000), podendo existir nas duas diferentes estruturas cristalinas temperaturas-dependente: austenita (fase de alta temperatura) e martensita (fase de baixa temperatura), o que determinará o caráter e as propriedades mecânicas do metal (SHEN et al., 2013).

As diferentes temperaturas durante o tratamento térmico podem tanto aumentar a flexibilidade, como recristalizar a estrutura trabalhada, diminuindo sua superelasticidade (SHEN et al., 2013).

Os instrumentos de NiTi convencionais estão na fase austenítica durante o uso clínico, enquanto os novos instrumentos estão principalmente na fase martensítica, sendo essa a fase mais maleável da liga (THOMPSON, 2000; SHEN et al., 2013).

Portanto, do ponto de vista clínico, quando o material está na sua forma martensita, flexível e dúctil, pode ser facilmente deformado, auxiliando, durante o preparo, na centralização e na limpeza de canais com curvaturas acentuadas.

Diferentemente se comportará a liga de NiTi austenita, que é bastante forte e dura (SHEN et al., 2013). Assim, os fabricantes têm afirmado que com o tratamento térmico da liga, a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos aumenta quando comparados aos instrumentos de NiTi.

A liga SE508 de NiTi usada para instrumentos endodônticos foi modificada através de processos termomecânicos pela Dentsply, sendo chamada de M-Wire. Johnson e colaboradores (2008) relataram que instrumentos feitos de M-Wire, com o design do instrumento Profile (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), apresentaram-se aproximadamente 400% mais resistentes à fadiga cíclica do que instrumentos com a liga convencional.

Associado a isso, sistemas de NiTi que utilizam apenas um instrumento em movimento alternado ou recíproco estão sendo propostos com o objetivo de simplificar a modelagem do canal e suprir as desvantagens dos sistemas rotatórios convencionais (YARED, 2008; BERUTTI et al., 2012; BÜRKLEIN et al., 2012; KIM et al., 2012).

O movimento recíproco foi proposto para aumentar a centralização bem como reduzir o risco de deformação do canal. Além disso, este movimento alivia as tensões torcionais e flexurais (AL-HADLAQ et al., 2010; KIM et al., 2012; PLOTINO et al., 2012; CASTELLÓ-ESCRIVÁ et al., 2012). Consiste em movimentos no sentido anti-horário (direção de corte) e horário (liberação do instrumento), sendo o ângulo de corte do sentido anti-horário maior que o ângulo da direção reversa (BÜRKLEIN et al., 2012). Essa diferente angulação garante que o instrumento progrida continuamente até a porção apical do canal radicular.

De maneira geral, o movimento alternado é uma evolução da técnica de força balanceada (BÜRKLEIN et al., 2012), que permite modelar até canais severamente curvos, com instrumentos manuais de diâmetro mais amplo (ROANE; SABAIA; DUNCANSON, 1985).

Um dos sistemas lançados para ser usado neste movimento é o WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Os fabricantes alegam que este sistema é capaz de preparar e limpar canais radiculares com apenas um instrumento de uso único, necessitando apenas a exploração inicial do canal com limas manuais tipo K #10. Esses instrumentos requerem dispositivos automatizados especiais para serem utilizados. O instrumento WaveOne está disponível nos calibres 21.06, 25.08 e 40.08 (BERUTTI et al., 2011; BÜRKLEIN et al., 2012).

O instrumento WaveOne Primary (25.08) tem da ponta ao seu longo eixo um calibre continuamente decrescente (0.8, 0.65, 0.6, 0.55), e é caracterizado por diferentes desenhos na sua secção transversal ao longo do comprimento da porção ativa. Na região da ponta do instrumento, a secção apresenta superfície radial (*radial lands*), enquanto que na porção média e próxima à haste, a secção altera seu design antes triangular convexo modificado para um ângulo de inclinação neutro semelhante à secção triangular do instrumento ProTaper F2 (BÜRKLEIN et al., 2012). Essas características da secção do instrumento justificam seu poder de corte superior aos instrumentos convencionais de NiTi.

Autores sugerem que o WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) é capaz de preparar canais com apenas um instrumento, necessitando, assim, menor tempo de instrumentação do que a sequência de instrumentos dos sistemas de rotação contínua (BERUTTI et al., 2011; BÜRKLEIN et al., 2012; BÜRKLEIN; TSOTSIS; SCHÄFER, 2013). De fato, o tratamento completo de canais radiculares seria mais ágil, no entanto, é importante que seja tão eficiente quanto os tratamentos mais prolongados e dispendiosos.

A localização, aferição e pré-alargamento do canal radicular são as primeiras e importantes fases da instrumentação. A pré-dilatação tende a minimizar os erros processuais como transporte de canal e formação de degrau (BERUTTI et al., 2009 e 2011; AJUZ et al., 2013). No entanto, nas recomendações destes novos instrumentos de uso único não tem sido sugeridas. O uso de uma lima K de calibre pequeno associada a um instrumento rotatório de NiTi, flexível e de menor calibre (PathFile), pode ser um método menos invasivo e mais seguro para proporcionar um *glide path* (exploração do canal). No estudo de Berutti e colaboradores (2011) foi observado que, quando se realizava o *glide path* previamente a instrumentação, menos movimentos de bicada eram necessários para alcançar o comprimento de trabalho com o instrumento único WaveOne. O estudo sugere ainda que se pode reduzir o risco de instrumentação excessiva das paredes e subsequente transporte ou desvios do canal.

Diante do que foi proposto, definiu-se a necessidade de se aprofundar o conhecimento a respeito destes novos sistemas de rotação alternada. Ainda, avaliar se estes possuem superior capacidade de modelar e limpar os canais radiculares, de que maneira se comportam e o quanto facilitam a técnica de preparo, comparando-os com os instrumentos disponíveis e já bem difundidos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o resultado do preparo de canais radiculares curvos utilizando os sistemas de rotação contínua ProTaper®, de rotação alternada WaveOne® e uma sugestão de técnica híbrida de preparo.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar através da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) a remoção de *debris* e a presença de *smear layer*.

Avaliar o tempo de preparo de cada sistema.

Avaliar, quantitativamente, os instrumentos que sofreram alguma deformação ou fraturaram durante o uso.

Avaliar o transporte e a centralização dos canais radiculares após o preparo.

Avaliar o desempenho da técnica híbrida de preparo frente aos sistemas contínuo e alternado.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de estudo

Estudo experimental, *in vitro*, cego, randomizado.

3.2 Local de realização da pesquisa

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Comitê de Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e da Faculdade de Odontologia (FO), respectivamente.

A fase experimental foi realizada no laboratório de Endodontia da FO-UFRGS, Porto Alegre, RS. As análises em Microscopia Eletrônica de Varredura foram realizadas no Centro de Microscopia Eletrônica da UFRGS, Porto Alegre, RS.

3.3 Amostra

3.3.1 Seleção da amostra

Para o trabalho foram selecionadas raízes mesiais dos primeiros molares inferiores humanos permanentes extraídos e doados por pacientes previamente triados, que tiveram como indicação terapêutica a exodontia de seu elemento dental. A coleta dessas amostras foi realizada no Bloco de Cirurgia da disciplina de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais I da FO-UFRGS (Anexo 1), após os pacientes assinarem e concordarem com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2) e Termo de Doação de Dentes (Anexo 3).

A unidade amostral utilizada foi o canal radicular, totalizando 60 canais radiculares, divididos em três grupos. Dessa forma, foram necessárias 30 raízes mesiais de molares inferiores, todas com 2 canais radiculares (mésio-vestibular e mésio-lingual) (figura 1 a e b).



Figura 1. Amostra – a) primeiros molares inferiores b) raiz mesial

Primeiramente, os dentes foram radiografados no sentido ortorrádial utilizando filmes periapicais Kodak Insight® (Kodak, São Paulo, SP, Brasil) e aparelho de raios X Gnatus (Gnatus Equipamentos Médico-Odontológicos Ltda., Ribeirão Preto, SP, Brasil) nos parâmetros de 60kvp e 10mA, com distância de 15 cm foco/filme e tempo de exposição de 0,40 s.

O processamento dos filmes foi realizado em processadora automática (DentX 9000®, DentX, Elmsford, NY, EUA). Foram excluídos aqueles dentes que tiveram manipulação endodôntica prévia, dentes com formação radicular incompleta, presença de calcificações obliterando os condutos, reabsorções dentárias externa e interna. Os dentes selecionados foram raspados, alisados, imersos em solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) 5% por 1 hora e armazenados em solução salina até serem usados.

As imagens obtidas foram digitalizadas por meio de escâner de mesa, com leitor de transparência modelo *Epson Perfection 1260* (Epson Perfection 2450®, Long Beach, CA, EUA) em tamanho original, sem ajuste de contraste e brilho, em 600 dpi e 8 bits (256 tons de cinza). As imagens foram armazenadas no formato *JPEG*.

3.3.2 Ângulo de curvatura e raio

Para determinar o ângulo de curvatura foi utilizado o método de Schneider (1971). No programa Adobe Photoshop (v. 8.0, Adobe Systems, San Jose, CA, EUA) foram traçadas duas linhas sobre cada uma das imagens digitalizadas (figura 2). Foi traçada uma linha sobre a parede mesial do canal radicular, paralela ao seu longo eixo. Em seguida, foi traçada outra linha do vértice radiográfico (ponto B) até a intersecção com a primeira linha traçada no ponto onde tem início a curvatura, ou seja, quando a parede mesial começa a deixar o longo eixo traçado (ponto A). O ângulo agudo formado por essas duas retas foi registrado (figura 3).

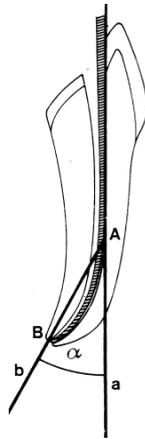


Figura 2. Linhas traçadas sobre o canal radicular segundo a técnica de Schneider (1971).

Fonte: SCHÄFER *et al.*, 2002.

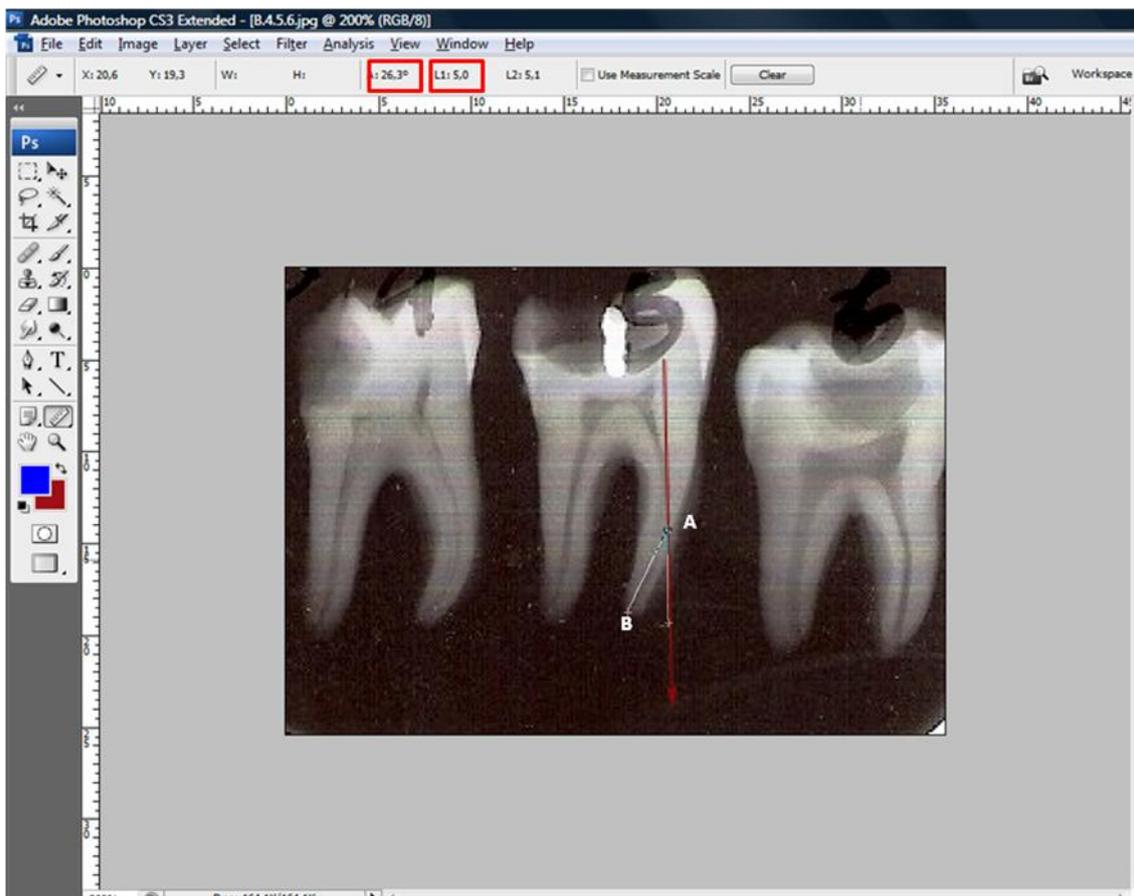


Figura 3. Definição dos ângulos de curvatura (A: 26,3°) e distância A-B (L1: 5,0 mm) no programa Adobe Photoshop, ferramenta *Ruler Tool*.

Após a definição da curvatura dos canais radiculares através das medidas do ângulo, foi calculado o raio dos mesmos utilizando-se a fórmula proposta por Schäfer e colaboradores (2002) que, a partir dos princípios geométricos de um triângulo isósceles, determina o raio (r) como a distância A-B (distância do forame apical até o início da curvatura em mm) sobre 2 vezes o seno do ângulo encontrado em cada canal radicular em radianos. Para isso, utilizou-se o programa Excel (Microsoft Corporation, Redmond, WA, Estados Unidos), transformando-se inicialmente os ângulos dos canais radiculares de graus para radianos, empregando a fórmula abaixo:

$$r = \frac{\text{distância A-B (mm)}}{2(\text{seno } \hat{A} \text{ em radianos})}$$

Na sequência, foram selecionadas as raízes que apresentaram canais radiculares com curvaturas entre 20° e 40° e raios inferiores a 10 mm.

As coroas foram removidas na altura da junção amelocementária e a raiz mesial foi separada da distal com o auxílio de um disco de diamante em baixa rotação (Isomet, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, EUA) sob refrigeração constante.

A exploração dos canais radiculares foi realizada com lima de aço inoxidável Tipo K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) número #10, sempre com os canais inundados com soro fisiológico. O comprimento de trabalho (CT) foi estabelecido no comprimento total do canal radicular, ou seja, quando a ponta da lima se apresentava visível na saída foraminal, a medida era anotada.

Uma lima tipo K foi colocada no canal vestibular e outra no canal lingual da raiz mesial e linhas foram traçadas com grafite nas superfícies externas, por mesial e distal da raiz, simulando o trajeto de cada canal. Foram confeccionados 4 sulcos longitudinais, exatamente nessas demarcações, utilizando disco diamantado dupla face de 7 mm de diâmetro, acoplado à peça reta de um micromotor (KaVo, Joinville, SC, Brasil) (figura 4). Tal procedimento foi realizado com o objetivo de facilitar a clivagem das raízes no momento da análise no MEV. Cuidado especial foi tomado para que o disco não penetrasse no interior do canal, comprometendo a avaliação da amostra.



Figura 4. Sulcos longitudinais. a) vista mesial b) vista distal

3.3.3 Divisão dos grupos experimentais

Os 60 canais radiculares foram divididos em 3 grupos conforme o sistema utilizado para o preparo (Tabela 1).

As amostras foram estratificadas em relação ao ângulo de curvatura.

Tabela 1. Divisão das amostras em grupos experimentais conforme o sistema de preparo utilizado, considerando o ângulo de curvatura do canal radicular (MV= canal méso-vestibular e ML= canal méso-lingual).

Ângulo de Curvatura		ProTaper	WaveOne	WaveOne TH
20° e < 25°	MV	3	4	4
	ML	4	3	4
25° e < 30°	MV	3	3	3
	ML	3	3	3
30° e < 35°	MV	2	2	2
	ML	2	2	2
35 e ≤ 40°	MV	2	1	1
	ML	1	2	1
TOTAL		20	20	20

3.4 Preparo dos canais radiculares

Inicialmente, as raízes foram fixadas em uma mesa clínica para o preparo. Foi realizada uma exploração com as limas de aço-inoxidável manuais tipo K #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) até o comprimento de trabalho em cada canal radicular. Os canais foram irrigados com solução de hipoclorito de sódio 5% a cada troca de instrumento ou a cada intervalo no preparo. O esquema de irrigação para cada grupo metodológico está descrito na figura 5.

O volume de solução irrigadora total foi padronizado para todos os canais radiculares instrumentados, independente da metodologia, em 14 mL. Para tal, a solução foi acondicionada em seringas plásticas descartáveis de 5 mL (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA) acopladas a agulhas Ultradent 30G (ref. IJP

349 – Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA). Cânulas de aspiração foram usadas associadas a uma bomba de sucção para aspiração da solução durante a irrigação.

A instrumentação dos canais radiculares foi realizada com instrumentos de níquel-titânio do sistema ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e instrumentos de níquel-titânio com tratamento M-wire do sistema WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça).

3.4.1 Métodos de preparo

ProTaper Universal (PT)

Foi utilizado o motor VDW Silver® RECIPROC® (VDW, Munique, Alemanha) na velocidade e torque ajustado conforme o programa ProTaper, em rotação contínua. O preparo dos terços cervical e médio foi realizado pelos instrumentos S1 e SX. Empregou-se novamente o instrumento S1 até o comprimento de trabalho seguido do S2. O preparo foi, então, finalizado com os instrumentos F1 e F2, nesta sequência no comprimento de trabalho, para obter um calibre apical final #25. Foram usados movimentos de pinceladas para os instrumentos S e movimento de introdução e recuo para os instrumentos F.

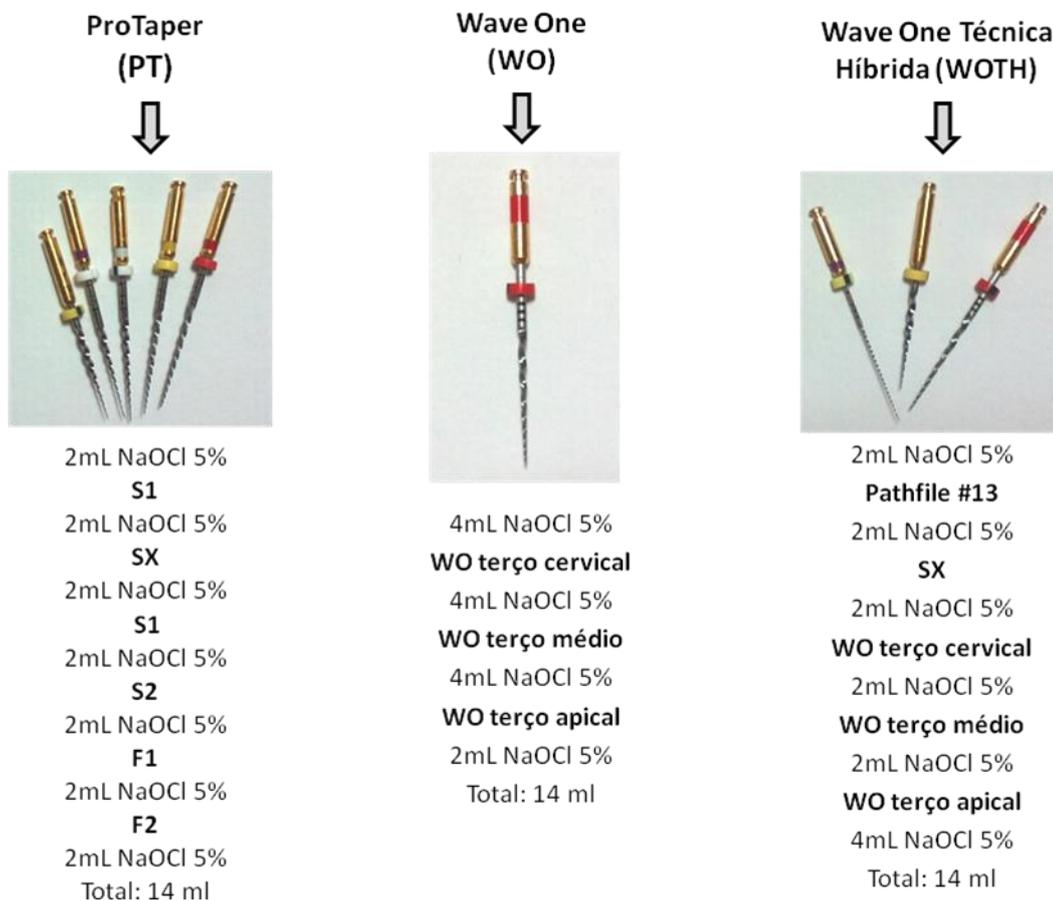
WaveOne (WO)

Foi utilizado o motor VDW Silver® RECIPROC® (VDW, Munique, Alemanha) no modo WaveOne ALL em movimento recíproco. O instrumento de uso único utilizado foi WaveOne Primary (#25). O instrumento foi introduzido no canal radicular com leve pressão apical até encontrar resistência. O preparo foi dividido em 3 etapas (terço cervical, médio e apical), em movimento de bicada, no qual houve recuo seguido de nova introdução, até alcançar o comprimento de trabalho.

WaveOne Técnica Híbrida (WOTH)

Foi utilizado o motor VDW Silver® RECIPROC® (VDW, Munique, Alemanha) e realizado o preparo com o instrumento WaveOne conforme a metodologia acima. No entanto, antecedendo o preparo sugerido pelo fabricante, foi definido uma

técnica híbrida. Primeiramente foi utilizado o instrumento Pathfile (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) calibre #13 para realização do *glide path*. Após, no modo Protaper do motor, foi realizado o preparo cervical com o instrumento SX. A partir deste ponto, utilizou-se o sistema WaveOne, no movimento recíproco.



Legenda: **negrito** – instrumentos/sistema utilizado; sem negrito – quantidade de solução irrigadora a cada troca de instrumento.

Figura 5. Grupos experimentais e esquema de irrigação.

Cada instrumento ProTaper foi utilizado para o preparo de 4 canais radiculares e esterilizado, até completar 5 usos, ou seja, 20 canais radiculares. Nos grupos que utilizam o sistema WaveOne, cada instrumento único foi utilizado para o preparo de 4 canais radiculares e depois descartado.

Se durante seu uso, algum instrumento sofresse fratura, este seria substituído e informações referentes ao tipo do instrumento e número de usos seria anotado em uma planilha.

3.5 Análise em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As raízes foram clivadas nos sulcos já demarcados a fim de se expor a porção interna dos canais radiculares. Posicionou-se uma espátula para cimento (SS White-Duflex, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) no interior do sulco confeccionado, num ponto equidistante da extremidade apical e cervical, e, com o auxílio de um martelo, forças verticais leves e moderadas foram empregadas até promover a clivagem dos dentes.

Após a secção das amostras, a hemisseccção que apresentava melhor visualização de toda extensão do canal a olho nu, foi selecionada e identificada.

As amostras foram coladas com cianoacrilato sobre *stubs* de alumínio e metalizadas com aproximadamente 30 nm de ouro pela metalizadora (Bal-Tec SCD 050, Alemanha) 24 horas antes da análise ao MEV (JEOL, JSM 5600 LV, Tóquio, Japão). Nesse período permaneceram em um dessecador com sílica.

Para a análise da capacidade de remoção de *debris* e presença de *smear layer*, uma região de cada terço (apical, médio e cervical) da raiz a ser examinada foi escolhida e demarcada com caneta marcadora permanente de ponta fina (figura 6).



Figura 6. a) Amostras nos *stubs* e b) amostras metalizadas para análise em MEV.

Com o microscópio eletrônico de varredura direcionado para o centro da amostra, numa ampliação de 10x, avaliou-se a posição das demarcações e então, a magnificação foi aumentada em 200x e 1000x, para análise de *debris* e *smear layer*, respectivamente.

A região visualizada ao microscópio foi avaliada segundo os escores do estudo de Arvaniti & Khabbaz (2011):

Escore 1: presença de *debris/smear layer* cobrindo 0-25% da superfície examinada;

Escore 2: presença de *debris/smear layer* cobrindo 25-50% da superfície examinada;

Escore 3: presença de *debris/smear layer* cobrindo 50-75% da superfície examinada e

Escore 4: presença de *debris/smear layer* cobrindo 75-100% da superfície examinada.

A análise das imagens obtidas foi realizada por dois examinadores cegados, em concordância. O coeficiente Kappa atingido por esses examinadores, em 2 avaliações realizadas com intervalo de 3 dias foi 0,8.

Os escores foram padronizados a partir de imagens adquiridas no próprio estudo para as duas análises (*debris* e *smear layer*) (figura 7 e 8).

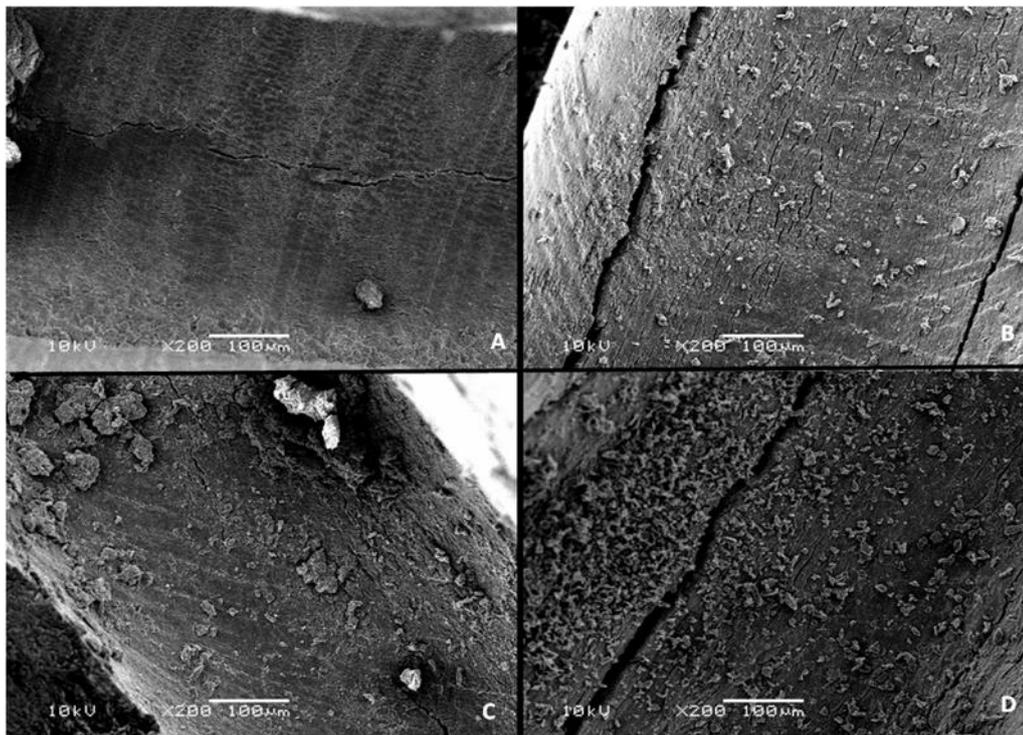


Figura 7. Imagens em MEV, aumento em 200x, classificando os escores. A= escore 1 (0-25% de presença de *debris* cobrindo a superfície examinada), B= escore 2 (25-50% de presença de *debris* cobrindo a superfície examinada), C= escore 3 (50-75% de presença de *debris* cobrindo a superfície examinada) e D= escore 4(75-100% de presença de *debris* cobrindo a superfície examinada).

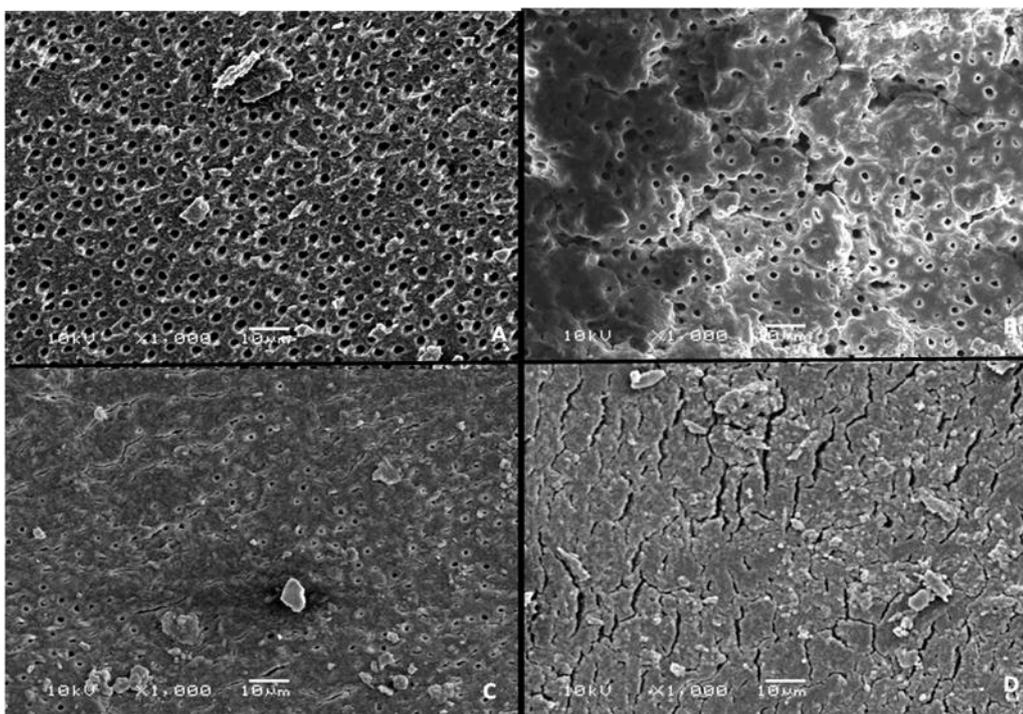


Figura 8. Imagens em MEV, aumento em 1000x, classificando os escores. A= escore 1 (0-25% de presença de *smear layer* cobrindo a superfície examinada), B= escore 2 (25-50% de presença de *smear layer* cobrindo a superfície examinada), C= escore 3 (50-75% de presença de *smear layer* cobrindo a superfície examinada) e D= escore 4(75-100% de presença de *smear layer* cobrindo a superfície examinada).

Para avaliar a normalidade dos valores obtidos foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov. Foi realizada a análise das frequências de escores, por terços, em cada grupo a partir do teste qui-quadrado de Pearson. Para análise entre os grupos, por terços, e para a comparação entre os terços de um mesmo grupo foi aplicado o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis. O nível de significância ficou estabelecido em 5%.

3.6 Análise de tempo de preparo

O tempo de preparo para cada amostra foi cronometrado, incluindo a instrumentação ativa, bem como o tempo requerido para irrigação e troca de instrumentos. Assim, foi possível calcular a média de tempo gasto para o preparo do canal radicular nos diferentes sistemas utilizados.

A análise estatística da média do tempo de preparo de cada grupo e entre os grupos foi realizada com o teste ANOVA seguido de Tukey.

3.7 Análise de fadiga de instrumentos

Instrumentos que fraturaram ou deformaram foram analisados em microscópio óptico (Meiji Techno Microscopy Products, San Jose, CA, EUA) com 45x de aumento e contabilizados, de acordo com o grupo do preparo

3.8 Análise do transporte e centralização dos canais após o preparo

Tomografias *cone-beam* foram realizadas antes e após o preparo utilizando o tomógrafo computadorizado i-CAT[®] Cone Beam 3-D Imaging System (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, United States). A aquisição das imagens base da amostra foi realizada durante 26 segundos, utilizando voxel isotrópico de 0,2 mm.

Os parâmetros utilizados foram de 120 kVp e 3-8 mA. Foram selecionados dois cortes axiais de cada amostra, sendo um deles no terço cervical e outro no apical, antes e após o preparo.

Para avaliar a direção do transporte do canal e a centralização, foi utilizada uma adaptação da metodologia descrita por Gambill e colaboradores (1996) e Stern e colaboradores (2012).

As imagens selecionadas foram transferidas para o programa Adobe Photoshop (v. 8.0, Adobe Systems, San Jose, CA, EUA).

As imagens inicial e final foram justapostas e foram realizadas 4 medidas para cada canal, X1, X2, Y1, Y2 (figura 10 e 11).

X1: representa a menor distância da parede distal (furca) da raiz até a periferia da porção não instrumentada do canal;

X2: representa a menor distância da parede distal (furca) da raiz até a periferia da porção instrumentada do canal;

Y1: representa a menor distância da parede mesial da raiz até a periferia da porção não instrumentada e

Y2: representa a menor distância da parede mesial da raiz até a periferia da porção já preparada do canal.

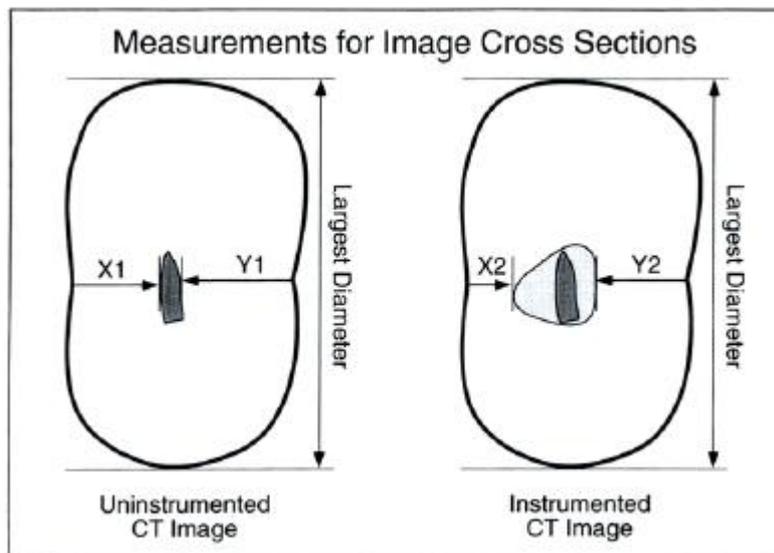


Figura 9. Fonte: GAMBILL; ALDER; DEL RIO, 1996.

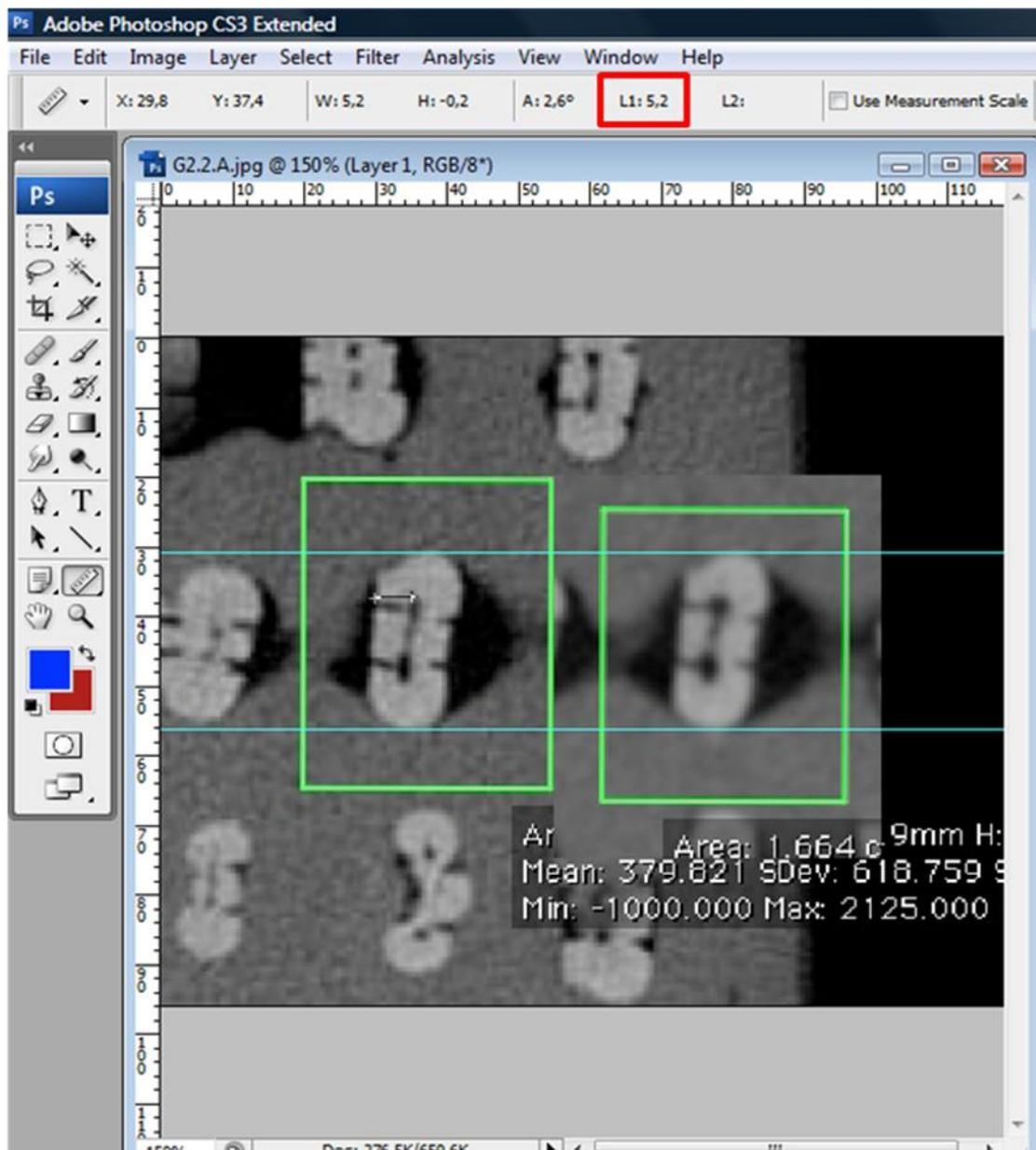


Figura 10. Imagens antes e após o preparo e medições realizadas com a ferramenta *Ruler Tool* do Adobe Photoshop.

A fórmula $(X1 - X2) - (Y1 - Y2)$ foi usada para calcular o transporte de canal, enquanto que a fórmula $(X1 - X2)/(Y1 - Y2)$ ou $(Y1 - Y2)/(X1 - X2)$ foi usada para calcular a relação de centralização.

Quando o resultado do valor obtido na primeira fórmula for igual a zero, não houve transporte de canal, um valor positivo indica desvio do canal em direção a parede distal (furca), um valor negativo indica desvio do canal em direção a parede mesial.

Já na segunda fórmula descrita, o numerador sempre será o menor número encontrado quando os valores forem desiguais. O valor 1 significa que o instrumento é capaz de se manter perfeitamente centralizado, enquanto que valores próximos a zero, significam uma pior capacidade do instrumento em se manter centralizado.

Para avaliar a normalidade dos valores obtidos foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov. Para análise entre os grupos, na porção cervical e na apical, foi utilizado o teste ANOVA de uma via. O nível de significância ficou estabelecido em 5%.

O programa estatístico utilizado para todas as análises foi o SPSS Statistics 17.0 (SPSS IBM Corporation, Armonk, NY, Estados Unidos).

4 RESULTADOS

4.1 Análise em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Quando se avaliou *debris* em MEV, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($P>0,05$). Na avaliação dos terços separadamente, não houve diferença entre os grupos ($P>0,05$). Por terços, em um mesmo grupo, constatou-se que também não houve diferença estatisticamente significativa ($P>0,05$) (tabela 2). Apesar de não serem observados canais radiculares completamente limpos e não haver diferenças estatísticas, houve predomínio de escore 1 em todos os grupos, ou seja, as três técnicas de preparo foram capazes de remover pelo menos 75% do *debris*.

Tabela 2. Frequência dos escores de *debris* para cada um dos grupos em função dos terços estudados.

GRUPO	APICAL				MÉDIO				CERVICAL				TOTAL				
	escores				escores				escores				escores				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	P	1	2	3	4
PT	13	2	2	3	13	5	2	0	10	8	1	1	P=0,614	36	15	5	4
WO	8	6	3	2	10	6	2	2	12	4	2	2	P=0,629	30	16	7	6
WOTH	9	8	3	0	15	4	1	0	15	3	2	0	P=0,087	39	15	6	0
	P=0,598				P=0,192				P=0,335					P=0,160			

Quando se avaliou *smear layer* em MEV, não houve diferença significativa entre os grupos ($P>0,05$). Quando se avaliou os terços separadamente não houve diferença entre os grupos ($P>0,05$). Na avaliação por terços em um mesmo grupo, também não houve diferença estatisticamente significativa ($P>0,05$) (tabela 3). Apesar de não haver diferença estatística, houve predomínio de escore 4 para todos os grupos, ou seja, mais que 75% da superfície dentinária avaliada estava coberta por *smear layer*.

Tabela 3. Frequência dos escores de *smear layer* para cada um dos grupos em função dos terços estudados.

GRUPO	APICAL				MÉDIO				CERVICAL				P	TOTAL			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	3	4
PT	2	2	4	12	4	1	2	13	3	2	1	14	P=0,927	9	5	7	39
WO	2	1	0	16	4	0	5	11	2	0	3	15	P=0,169	8	1	8	42
WOTH	2	4	0	14	1	1	5	13	3	1	1	15	P=0,939	6	6	6	42
	P=0,406				P=0,709				P=0,882					P=0,707			

4.2 Análise de tempo de preparo

Houve diferença estatística significativa entre os grupos experimentais quando o tempo de preparo foi avaliado (tabela 4).

Tabela 4. Média e desvio-padrão do tempo de preparo (em segundos) para cada um dos grupos experimentais.

Grupo	Média de Tempo de preparo	Desvio-padrão
PT	344,30 ^A	± 21,37
WO	202,65 ^B	± 16,88
WOTH	281,40 ^C	± 27,08

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa para teste ANOVA seguido de Tukey (P<0,05).

4.3 Análise de fadiga de instrumentos

Não houve fratura de instrumento. Apenas 3 instrumentos deformaram: um instrumento Pathfile #13 e dois instrumentos WaveOne Primary usados um no sistema WaveOne e outro na técnica híbrida (figura 12).



Figura 11. Fotos da deformação dos instrumentos. A - Pathfile #13, B – WaveOne usado no sistema WaveOne e C – WaveOne usado na técnica híbrida.

4.4 Análise da centralização e transporte dos canais após o preparo

As três técnicas de preparo testadas comportaram-se semelhantemente na razão de centralização dos canais, tanto em apical quanto em cervical, não havendo diferenças estatisticamente significantes entre os grupos ($P > 0,05$) (tabela 5).

Tabela 5. Média e desvio-padrão (em mm) da razão de centralização nos grupos.

	APICAL	CERVICAL
Grupo (n=20)	Média e desvio-padrão	Média e desvio-padrão
PT	0,51 ±0,34	0,57 ±0,32
WO	0,57 ±0,24	0,55 ±0,2
WOTH	0,55 ±0,35	0,58 ±0,31

ANOVA (P>0,05)

Também não houve diferença estatisticamente significativa para o transporte de canal nos grupos experimentais. Entretanto, verificou-se no grupo WaveOne a tendência de desvio do trajeto original do canal, sendo este na porção cervical em direção a furca e na porção apical em direção oposta (tabela 6).

Tabela 6. Média e desvio-padrão do transporte do canal (mm) nos grupos.

	APICAL	CERVICAL
Grupo (n=20)	Média e desvio-padrão	Média e desvio-padrão
PT	-0,03 ±0,53	-0,12 ±0,60
WO	-0,20 ±0,51	0,26 ±0,46
WOTH	-0,01 ±0,48	0,02 ±0,60

ANOVA (P>0,05)

5 DISCUSSÃO

Neste estudo, canais méso-vestibulares e méso-linguais de primeiros molares inferiores foram selecionados para amostra, uma vez que esses canais são propensos a erros iatrogênicos (ABOU-RASS; FRANK; GLICK, 1980). Esses normalmente se apresentam estreitos e com curvas acentuadas que aumentam o nível de dificuldade durante a instrumentação (BERUTTI; FEDON, 1992; STERN et al., 2012).

Apesar das variações morfológicas naturais do dente, cuidados especiais foram tomados para garantir a comparabilidade dos três grupos experimentais. As amostras foram estratificadas conforme ângulos de curvatura e raio a fim de que todos os grupos contemplassem canais com ângulos entre 20° e 40° e raio menor que 10 mm (SCHÄFER et al., 2002; SCHÄFER; VLASSIS, 2004; BÜRKLEIN et al., 2011, 2012).

A microscopia eletrônica de varredura tem sido usada em diferentes aumentos para avaliação de *debris* e *smear layer* após a instrumentação, permitindo a comparação entre instrumentos e técnicas (BECHELLI; ORLANDINI; COLAFRENCESCHI, 1999). Além disso, consegue-se analisar as paredes do canal ao longo de toda sua extensão (BECHELLI; ORLANDINI; COLAFRENCESCHI, 1999; ZMENER et al., 2011). As desvantagens dessa técnica implicam na falta de padronização dos aumentos para avaliação e comparação entre estudos, apenas pequenas áreas de dentina são analisadas e não se permite observações da dentina prévias ao preparo (DE-DEUS; REIS; PACIORNIK, 2011).

Williamson e colaboradores (2009) reportaram que grandes aumentos podem limitar o campo observado e determinou o aumento de 500x adequado para análise de *debris* e *smear layer*. No estudo de Zmener et al. (2011), um aumento de 1000x foi usado por oferecer maiores detalhes das paredes dos canais nas imagens capturadas. Os aumentos neste estudo foram definidos em 200x e 1000x, para *debris* e *smear layer* respectivamente, seguindo estudos de Hülsmann, Rummelin e Schäfers (1997), Bürklein et al. (2011 e 2012).

Um sistema de instrumento único, um sistema convencional rotatório e uma técnica híbrida estabelecida pelo autor foram selecionados para o preparo do canal radicular. O diâmetro apical final das amostras foi padronizado em todas as técnicas.

Ainda não existe um consenso referente à quantidade de dentina que deve ser removida durante a instrumentação (STERN et al., 2012). O calibre #25 foi escolhido por se tratarem de dentes com canais estreitos e curvos. Alguns estudos consideram que diâmetros apicais maiores aumentam a redução do número de microrganismos intracanal (HÜLSMANN; PETERS; DUMMER, 2005). Por outro lado, estes tendem a resultar na retificação do canal e enfraquecimento indesejável da estrutura dentária (SCHÄFER; DAMMASCHKE, 2009; BÜRKLEIN et al., 2012).

No estudo de Fornari e colaboradores (2010) os resultados mostraram que diâmetros apicais entre #40-45 garantem uma maior redução de *debris* e mais áreas de dentina tocadas por instrumentos do que quando utilizados calibres menores (#30-35) no terço apical de raízes curvas. Já no estudo de Siqueira e colaboradores (1997), utilizando diferentes técnicas de preparo e calibres apicais (#25-40), encontraram que nenhum dos preparos foi capaz de proporcionar um debridamento completo e eficaz.

Neste estudo, apesar das técnicas de preparo não alcançarem o debridamento completo da superfície dentinária, a dilatação do canal até #25 proporcionou uma boa limpeza, sendo a maioria das amostras classificadas no escore 1 para *debris*. É importante salientar que foi observada uma boa capacidade de limpeza quando utilizado instrumento único para o preparo, sem diferença significativa para os demais em todos os terços avaliados.

Mesmo com o uso de instrumentos para o preparo cervical nos grupos do sistema ProTaper e da técnica híbrida, não foi possível detectar diferenças na remoção de *debris* no terço cervical quando se comparou com o instrumento único, em que o alargamento coronal prévio não foi realizado. No estudo de Bürklein et al. (2012), o sistema ProTaper apresentou significativamente mais *debris* nesse terço que os sistemas WaveOne, Reciproc e MTwo.

O fato da formação de *smear layer* ser dependente da instrumentação da dentina está bem estabelecido. Em outras palavras, a lama dentinária é criada apenas quando os instrumentos endodônticos agem efetivamente no corte das paredes do canal. Isso pode se tornar um problema quando se leva em consideração a quantidade de área de dentina não instrumentada. Conseqüentemente, é fácil concluir que essas paredes de dentina intocadas estão naturalmente livres de *smear layer* (DE-DEUS; REIS; PACIORNIK, 2011).

Áreas de dentina livres de *smear layer* foram encontradas em todos os grupos, no entanto o escore mais prevalente em todas as técnicas foi para a presença de mais de 75% de túbulos dentinários cobertos, ou seja, os instrumentos tocaram pelo menos $\frac{3}{4}$ das paredes do canal. Assim, a simplificação do preparo com o uso de apenas um instrumento não se mostrou diferente, no quesito capacidade de tocar as paredes do canal, em relação aos grupos com mais instrumentos e com preparo cervical prévio.

Considerando o objetivo deste estudo – avaliar o preparo de canais -, um protocolo de irrigação simples foi usado a fim de evitar qualquer influência de diferentes soluções na avaliação, como já justificado em outros estudos (SCHÄFER; VLASSIS, 2004; BÜRKLEIN *et al.*, 2011, 2012). A solução irrigadora elegida foi o hipoclorito de sódio 5%.

Soluções irrigadoras e irrigação copiosa são essenciais para melhorar a limpeza do canal (HÜLSMANN; PETERS; DUMMER, 2005, ESTRELA *et al.*, 2002). Neste estudo, a quantidade de solução irrigadora foi padronizada em todos os grupos com o propósito de evitar qualquer alteração na capacidade de limpeza por essa variável.

Dessa forma, é importante salientar que a eficiência da limpeza dos instrumentos poderia ser acentuada com o uso de agentes quelantes (BÜRKLEIN *et al.*, 2012), como por exemplo, o uso do ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), pois ele reage com os íons cálcio da lama dentinária, solubilizando-os (VIOLICH; CHANDLER, 2010). No entanto, para a avaliação da parede do canal após o preparo através de MEV, não se recomenda o uso de agentes quelantes, pois estes mascaram a ação dos instrumentos, expondo todos os túbulos dentinários, tanto nas paredes onde o instrumento tocou como nas paredes que permaneceram não instrumentadas, impossibilitando essa diferenciação (DE-DEUS; REIS; PACIORNIK, 2011)

O tempo de preparo incluiu a instrumentação, bem como o tempo requerido para a troca dos instrumentos e irrigação, simulando a situação clínica. Diferenças estatísticas significativas foram encontradas entre todos os grupos, tendo esse diminuído 41% quando utilizado o sistema de instrumento único WaveOne. Resultados semelhantes foram encontrados por BÜRKLEIN *et al.* (2012).

Por conseguinte, o tempo disponível para a atuação química da solução irrigadora também reduziu. Mesmo com essa redução, a resposta para a remoção

de *debris* e formação de *smear layer* foi a mesma para todos os grupos. Estudos microbiológicos devem ser realizados para estabelecer se essa diminuição no tempo de preparo irá comprometer o resultado do tratamento.

Como o aumento da concentração do NaOCl é diretamente proporcional ao efeito antimicrobiano e à capacidade de dissolução tecidual (ESTRELA et al., 2002), pode-se sugerir o uso de maior volume de solução irrigadora e em maiores concentrações para realização de preparos com instrumento único.

Estudos demonstram que sistemas rotatórios promovem menos transporte de canal do que os instrumentos manuais, resultando em preparos mais centralizados e cônicos (PETERS, 2004; HÜLSMANN; PETERS; DUMMER, 2005, VERSIANI et al., 2008).

De acordo com Glossary of Endodontic Terms of the American Association of Endodontists (2012), transporte de canal é definido como: “remoção da estrutura da parede do lado de fora da curva na porção apical do canal devido à tendência dos instrumentos retornarem a sua forma original linear durante o preparo do canal, podendo levar a formação de degrau ou perfuração.” Peters, em 2004, definiu transporte de canal como qualquer desvio indesejável do caminho natural do canal.

Como resultado dessa remoção assimétrica de dentina, o longo eixo do canal radicular curvo é deslocado e o ângulo de curvatura diminui, retificando a curvatura original (SCHÄFER; DAMMASCHKE, 2009). Isso pode acarretar em uma inadequada limpeza com probabilidade de periodontites apicais persistentes (SCHÄFER; DAMMASCHKE, 2009).

Os resultados encontrados no nosso estudo não mostraram diferença significativa entre os grupos para as análises de transporte de canal e centralização. Em relação ao transporte de canal, o grupo que utilizou instrumento único para o preparo obteve o maior desvio, sendo este para furca na porção cervical e para mesial na porção apical, ou seja, o tratamento da liga para aumento da flexibilidade não influenciou no preparo quando comparado com os instrumentos rotatórios convencionais.

Stern e colaboradores (2012), utilizando micro-CT, avaliaram preparos com instrumentos em rotação contínua e alternada e encontraram resultados semelhantes. Gergi e colaboradores (2010), utilizando tomografia computadorizada, compararam o transporte de canal e a centralização do Twisted Files, ProTaper com Pathfile e limas convencionais de aço inoxidável. Foram encontradas diferenças

significativas entre as três técnicas, sendo Twisted Files o que obteve os melhores resultados, seguido pelo ProTaper com Pathfile e por último as limas manuais.

O preparo cervical tem se mostrado importante como facilitador no processo de irrigação do canal radicular, permitindo uma melhor circulação da solução irrigadora no seu interior, além de garantir um maior alcance da agulha em profundidade (ABOU-RASS; PICCININO, 1982; SANFELICE et al. 2010; ALBRECHT; BAUMGARTNER; MARSHALL, 2004). É fundamental para permitir o acesso livre e direto do instrumento à porção apical do canal, além de possibilitar a definição mais precisa do diâmetro anatômico inicial e auxiliar na determinação do comprimento de trabalho com maior exatidão (SANFELICE et al. 2010; BERUTTI et al., 2011). Um estudo de Berutti e colaboradores (2011) evidenciou que uma significativa redução do comprimento de trabalho ocorre quando canais curvos são instrumentados com WaveOne Primary, principalmente por causa da retificação das curvaturas.

Além disso, a exploração automatizada antecedendo o preparo do canal mantém melhor a anatomia quando comparada a exploração manual e com limas de aço-inoxidável (BERUTTI et al., 2009; BERUTTI et al., 2011). Logo, uma boa exploração inicial permite a manutenção do trajeto do canal em todo comprimento de trabalho, evitando que o instrumento fique extremamente justaposto.

As tensões causadas por toque aumentam drasticamente quando: pressões excessivas são impostas nas peças de mão, a área de contato entre a parede do canal e a ponta do instrumento é grande, ou a secção transversal do canal é menor que a porção inativa e não cortante do instrumento (PETERS et al., 2003). O último caso pode causar o que tem sido descrito como bloqueio de conicidade, um fenômeno que ocorre normalmente com instrumentos de calibre uniforme.

Esse risco pode ser reduzido através da realização de um preparo cervical e de uma exploração do canal anterior ao preparo com instrumentos rotários de NiTi (BERUTTI et al., 2011). A sugestão da técnica híbrida neste estudo, definido por um *glide path* inicial com a Pathfile #13 e um alargamento cervical antecedendo o preparo com o WaveOne, visou diminuir as tensões sobre esse instrumento, manter a anatomia e o trajeto inicial do canal e facilitar o alcance da solução irrigadora em todo comprimento de trabalho. Na questão da análise do transporte de canal, este grupo foi o que obteve os valores mais próximos de zero, ou seja, o que menos desviou os canais, contudo, não houve diferenças estatísticas.

A total fadiga das ligas de NiTi consiste em 3 estágios: (1) trincas, nas quais se formam microrrachaduras que começam a aumentar preferencialmente em planos cristalográficos específicos seguidos pela (2) propagação dessas trincas, nas quais as rachaduras crescem continuamente até (3) alcançar o ponto em que o material remanescente é submetido a esforços excessivos, resultando na zona de ruptura (SHEN et al., 2013).

Neste estudo, nenhum instrumento fraturou durante o preparo dos canais radiculares. Na análise da superfície desses por microscopia óptica, não houve alterações visíveis nos instrumentos do sistema ProTaper, mesmo após 20 usos e 5 ciclos de esterilização. O instrumento Pathfile (1/1) perdeu sua conformação na extremidade da porção ativa, após 20 usos. Dois instrumentos WaveOne (2/10) apresentaram alterações, sendo um utilizado com a técnica híbrida, o qual obteve um maior desgaste da liga na ponta do instrumento e o outro, utilizado sozinho, que se mostrou bastante deformado, expondo ranhuras e perda da sua forma estrutural, da ponta até metade da porção ativa.

Pode-se especular que essa alteração nos instrumentos únicos tenha ocorrido, mesmo com o tratamento da liga, por se tratar de um preparo que exige maior pressão para alcançar o comprimento de trabalho. Quando apenas um instrumento é utilizado para o todo preparo, maior estresse é gerado durante a instrumentação mecânica do que quando realizado com sequências completas de sistemas de preparo (BÜRKLEIN; TSOTSIS; SCHÄFER, 2013). Além disso, alterações na dureza da dentina de dentes humanos devem ser consideradas (WILLIAMSON; SANDOR; JUSTMAN, 2009).

6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados neste estudo, pode-se concluir que o sistema de rotação contínua ProTaper, rotação alternada WaveOne e a técnica híbrida foram semelhantes no preparo de canais radiculares curvos quando se avaliou *debris*, *smear layer*, transporte e centralização. Os sistemas mantiveram a curvatura original do canal. Áreas livres de *smear layer* e a presença de *debris* foram visualizadas, justificando a ausência de uma limpeza completa nos diferentes terços.

Houve a deformação de três instrumentos e nenhuma fratura. O tempo de preparo foi reduzido significativamente quando se utilizou apenas um instrumento. Sendo assim, o instrumento único mostrou-se capaz de realizar um preparo adequado quando comparado aos sistemas com sequência de instrumentos nos diferentes objetivos avaliados.

REFERÊNCIAS

ABOU-RASS, M. The stressed pulp condition: an endodontic-restorative diagnostic concept. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 48, n. 3, p. 264-7, 1982.

ABOU-RASS, M.; FRANK, A. L.; GLICK, D. H. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v. 101, n. 5, p. 792-4, 1980.

AJUZ, N. C. et al. Glide path preparation in S-shaped canals with rotary pathfinding nickel-titanium instruments. **J Endod**, New York, v. 39, n. 4, p. 534-7, 2013.

AL-HADLAQ, S. M.; ALJARBOU, F. A.; ALTHUMAIRY, R. I. Evaluation of cyclic flexural fatigue of M-wire nickel-titanium rotary instruments. **J Endod**, New York, v. 36, n. 2, p. 305-7, 2010.

ALBRECHT, L. J.; BAUMGARTNER, J. C.; MARSHALL, J. G. Evaluation of apical *debriss* removal using various sizes and tapers of ProFile GT files. **J Endod**, New York, v. 30, n. 6, p. 425-8, 2004.

AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTICS. Glossary of Endodontics Terms **American Association of Endodontists**, 8^a ed. Chicago, USA, 2012.

ANDREASEN, G.; WASS, K.; CHAN, K. C. A review of superelastic and thermodynamic nitinol wire. **Quintessence Int**, Berlim, v. 16, n. 9, p. 623-6, 1985.

ARVANITI, I. S.; KHABBAZ, M. G. Influence of root canal taper on its cleanliness: a scanning electron microscopic study. **J Endod**, New York, v. 37, n. 6, p. 871-4, 2011.

BARBIZAM, J. V. et al. Effectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. **J Endod**, New York, v. 28, n. 5, p. 365-6, 2002.

BEHELLI, C.; ZECCHI ORLANDINI, S.; COLAFRANCESCHI, M. Scanning electron microscope study on the efficacy of root canal wall debridement of hand versus Lightspeed instrumentation. **Int Endod J**, Oxford, v. 32, n. 6, p. 484-93, 1999.

BERUTTI, E. et al. Use of nickel-titanium rotary PathFile to create the glide path:

comparison with manual preflaring in simulated root canals. **J Endod**, New York, v. 35, n. 3, p. 408-12, 2009.

BERUTTI, E. et al. Effect of canal length and curvature on working length alteration with WaveOne reciprocating files. **J Endod**, v. 37, n. 12, p. 1687-90, 2011.

BERUTTI, E. et al. Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. **J Endod**, New York, v. 38, n. 4, p. 505-9, 2012.

BERUTTI, E.; FEDON, G. Thickness of cementum/dentin in mesial roots of mandibular first molars. **J Endod**, New York, v. 18, n. 11, p. 545-8, 1992.

BERUTTI, E. et al. Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path. **J Endod**, New York, v. 38, n. 1, p. 101-4, 2012.

BUEHLER, WH; GILFRICH, JV; WILEY, RC. Effect of low temperature phase changes on the mechanical properties of alloys near composition NiTi. **Journal of Applied Physics**, Melville, v. 34, p.1475 – 1477, 1963.

BÜRKLEIN, S. et al. Shaping ability and cleaning effectiveness of Mtwo versus coated and uncoated EasyShape instruments in severely curved root canals of extracted teeth. **Int Endod J**, Oxford, v. 44, n. 5, p. 447-57, 2011.

BÜRKLEIN, S. et al. 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**, Oxford, v. 45, n. 5, p. 449-61, 2012.

BÜRKLEIN, S.; TSOTSIS, P.; SCHÄFER, E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. **J Endod**, New York, v. 39, n. 4, p. 501-4, 2013.

CASTELLÓ-ESCRIVÁ, R. et al. In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of ProTaper, WaveOne, and Twisted Files. **J Endod**, New York, v. 38, n. 11, p. 1521-4, 2012.

DE-DEUS, G.; REIS, C.; PACIORNIK, S. Critical appraisal of published smear layer-removal studies: methodological issues. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v. 112, n. 4, p. 531-43, 2011.

ESTRELA, C. et al. Mechanism of action of sodium hypochlorite. **Braz Dent J**, Ribeirão Preto, v. 13, n. 2, p. 113-7, 2002.

FORNARI, V. J. et al. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. **Int Endod J**, Oxford, v. 43, n. 11, p. 988-94, 2010.

GAMBILL, J. M.; ALDER, M.; DEL RIO, C. E. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. **J Endod**, New York, v. 22, n. 7, p. 369-75, 1996.

GRANDINI, S.; BALLERI, P.; FERRARI, M. Evaluation of Glyde File Prep in combination with sodium hypochlorite as a root canal irrigant. **J Endod**, New York, v. 28, n. 4, p. 300-3, 2002.

HAAPASALO, M et al. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. **Endodontic Topics**, Oxford, v.10, p.77–102, 2005.

HÜLSMANN, M; PETERS, OA; DUMMER, PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and mean. **Endodontic Topics**, Oxford, v. 10, p. 30–76, 2005.

HÜLSMANN, M.; RÜMMELIN, C.; SCHÄFFERS, F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. **J Endod**, New York, v. 23, n. 5, p. 301-6, 1997.

JOHNSON, E. et al. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/.04 rotary instruments. **J Endod**, New York, v. 34, n. 11, p. 1406-9, 2008.

KIM, H. C. et al. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. **J Endod**, New York, v. 38, n. 4, p. 541-4, 2012.

MOORE, J.; FITZ-WALTER, P.; PARASHOS, P. A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. **Int Endod J**, Oxford, v. 42, n. 12, p. 1057-64, 2009.

PAQUÉ, F.; GANAHL, D.; PETERS, O. A. Effects of root canal preparation on apical

geometry assessed by micro-computed tomography. **J Endod**, New York, v. 35, n. 7, p. 1056-9, 2009.

PETERS, O. A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. **J Endod**, New York, v. 30, n. 8, p. 559-67, 2004.

PETERS, O. A. et al. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. **Int Endod J**, Oxford, v. 36, n. 2, p. 86-92, 2003.

PLOTINO, G. et al. A review of cyclic fatigue testing of nickel-titanium rotary instruments. **J Endod**, New York, v. 35, n. 11, p. 1469-76, 2009.

PLOTINO, G. et al. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. **Int Endod J**, Oxford, v. 45, n. 7, p. 614-8, 2012.

ROANE, J. B.; SABALA, C. L.; DUNCANSON, M. G. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. **J Endod**, New York, v. 11, n. 5, p. 203-11, 1985.

ROBINSON, J. P. et al. Reciprocating root canal technique induces greater *debriss* accumulation than a continuous rotary technique as assessed by 3-dimensional micro-computed tomography. **J Endod**, New York, v. 39, n. 8, p. 1067-70, 2013.

SANFELICE, C. M. et al. Effects of four instruments on coronal pre-enlargement by using cone beam computed tomography. **J Endod**, New York, v. 36, n. 5, p. 858-61, 2010.

SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. **Dent Clin North Am**, Philadelphia, v. 18, n. 2, p. 269-96, 1974.

SCHNEIDER, S. W. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, St. Louis, v. 32, n. 2, p. 271-5, 1971.

SCHÄFER, E. Root canal instruments for manual use: a review. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v. 13, n. 2, p. 51-64, 1997.

SCHÄFER, E; DAMMASCHKE, T. Development and sequelae of canal transportation. **Endodontic Topics**, Oxford, v.15, p.75–90, 2009.

SCHÄFER, E. et al. Roentgenographic investigation of frequency and degree of canal curvatures in human permanent teeth. **J Endod**, New York, v. 28, n. 3, p. 211-6, 2002.

SCHÄFER, E.; VLASSIS, M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. **Int Endod J**, Oxford, v. 37, n. 4, p. 239-48, 2004.

SHEN, Y. et al. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. **J Endod**, New York, v. 39, n. 2, p. 163-72, 2013.

SIQUEIRA, J. F. et al. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. **J Endod**, New York, v. 23, n. 8, p. 499-502, 1997.

STERN, S. et al. Changes in centring and shaping ability using three nickel-titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography (μ CT). **Int Endod J**, Oxford, v. 45, n. 6, p. 514-23, 2012.

THOMPSON, SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. **Int Endod J**, Oxford, v. 33, p.297-310, 2000.

VERSIANI, M. A. et al. Influence of shaft design on the shaping ability of 3 nickel-titanium rotary systems by means of spiral computerized tomography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v. 105, n. 6, p. 807-13, 2008.

VIOLICH, D. R.; CHANDLER, N. P. The smear layer in endodontics - a review. **Int Endod J**, Oxford, v. 43, n. 1, p. 2-15, 2010.

WALIA, H. M.; BRANTLEY, W. A.; GERSTEIN, H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. **J Endod**, New York, v. 14, n. 7, p. 346-51, 1988.

WEIGER, R.; ELAYOUTI, A.; LÖST, C. Efficiency of hand and rotary instruments in shaping oval root canals. **J Endod**, New York, v. 28, n. 8, p. 580-3, 2002.

WILLIAMSON, A. E.; SANDOR, A. J.; JUSTMAN, B. C. A comparison of three nickel

titanium rotary systems, EndoSequence, ProTaper universal, and profile GT, for canal-cleaning ability. **J Endod**, New York, v. 35, n. 1, p. 107-9, 2009.

YARED, G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. **Int Endod J**, Oxford, v. 41, n. 4, p. 339-44, 2008.

YARED, G. M.; DAGHER, F. E. Influence of apical enlargement on bacterial infection during treatment of apical periodontitis. **J Endod**, New York, v. 20, n. 11, p. 535-7, 1994.

ZMENER, O. et al. Cleaning efficacy using two engine-driven systems versus manual instrumentation in curved root canals: a scanning electron microscopic study. **J Endod**, New York, v. 37, n. 9, p. 1279-82, 2011.

Anexo 1 – Autorização para a coleta da amostra

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE CIRURGIA E ORTOPEDIA

Declaro para os devidos fins que a pesquisadora Profa. Fabiana Soares Grecca e a estudante de mestrado, cirurgiã-dentista, Carolina Bender Hoppe estão autorizadas a utilizar o Bloco de Cirurgia da disciplina de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais I para coleta de dentes humanos de pacientes com indicação de exodontia, depois de aceito e assinado o Termo de Doação de Material Biológico pelo paciente. Este material biológico será utilizado na realização da pesquisa intitulada *Avaliação da capacidade de limpeza e viabilidade microbiana após o preparo de canais radiculares curvos utilizando movimento reciprocante ou rotatório contínuo.*

João Julio Cunha Fº
Professor - UFRGS
CRO-RS 9202

Prof. João Julio da Cunha Filho

Regente da disciplina de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais I

Anexo 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
 Faculdade de Odontologia
 Programa de Pós-graduação em odontologia – nível mestrado
 Área de concentração em Clínica Odontológica – Endodontia

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado Sr.(a),

Como é de seu conhecimento, existe a indicação terapêutica para a extração do seu dente _____, com o propósito de melhorar sua saúde, conforme registro no prontuário. Estamos realizando uma pesquisa intitulada: “*Avaliação da capacidade de limpeza e viabilidade microbiana após o preparo de canais radiculares curvos utilizando movimento recíprocante ou rotatório contínuo*”. O objetivo dessa pesquisa é avaliar novos instrumentos que estão sendo propostos para serem utilizados durante o tratamento de canal e compará-los com aqueles que já estão bem difundidos no mercado. Este estudo será realizado em um laboratório, com dentes humanos já extraídos. Para que seja possível este experimento, necessitamos da doação de dentes com extração indicada. Após a extração do seu referido dente, pretendemos utilizá-lo na pesquisa citada acima. Desta forma, esta pesquisa não causará danos ou desconfortos a você, paciente, além daqueles provocados pelo procedimento cirúrgico a que foi indicado.

A participação nesta pesquisa pode trazer benefícios. Com esse trabalho espera-se auxiliar os cirurgiões-dentistas a escolher e aplicar instrumentos no tratamento de canais radiculares de maneira mais adequada, visando promover terapias eficientes para cuidar da saúde das pessoas.

Pelo presente termo, que atende às exigências legais, o(a) Sr.(a) _____, portador da célula de identidade nº _____ e residente na Rua/Avenida _____ telefone _____

() _____ está ciente da indicação da extração do seu dente, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado. Firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO concordando em doar o referido dente à pesquisa informada. Esses dentes serão utilizados na pesquisa somente após certificação do Comitê de Ética responsável. Caso sejam empregados em pesquisa futura, esta será submetida para aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) institucional e, quando for o caso, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). Salienta-se também que a identidade do doador do dente será mantida sob sigilo.

Caso tiver novas perguntas sobre este estudo e/ou sobre o órgão doado, poderá solicitar informações ao Comitê de Ética da UFRGS (51 33083629) ou com o pesquisador responsável por esta pesquisa Prof. Dra. Fabiana Soares Grecca (51 33085191 – fabiana.grecca@ufrgs.br).

Finalmente, ressaltamos que caso o(a) Sr.(a) não concorde em doar o dente para a pesquisa, não haverá qualquer interferência em seu atendimento odontológico.

Desde já agradecemos a atenção.

_____, ____ de _____ de 201__.

 Assinatura do doador ou responsável

 Assinatura e número do CRO do CD responsável pelo atendimento

Anexo 3 – Termo de Doação de Dente



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

TERMO DE DOAÇÃO DE DENTES HUMANOS

Eu, _____,
 RG _____, residente à _____
 _____, nº _____, aceito doar o meu
 dente _____ e concordo em doá-lo à pesquisa intitulada *Avaliação da
 capacidade de limpeza e viabilidade microbiana após o preparo de canais
 radiculares curvos utilizando movimento recíprocante ou rotatório contínuo*. Estou
 ciente de que o dente foi extraído por indicação terapêutica para a melhoria da
 minha saúde, como documentado no prontuário da Faculdade. A pesquisa citada
 anteriormente deverá ter sido previamente aprovada pela Comissão Científica e
 de Ética da Faculdade de Odontologia e, a seguir, pelo Comitê de Ética em
 Pesquisa da UFRGS, sendo preservada a identidade do doador na divulgação
 dos resultados.

Porto Alegre, ____ de _____ de 20____.

 Assinatura do responsável

 Testemunha

 Testemunha