

PEDRO HENRIQUE MARKS DUARTE

**DESVIO, CAPACIDADE DE CENTRALIZAÇÃO E FADIGA CÍCLICA
PROMOVIDOS POR INSTRUMENTOS TF ADAPTIVE E NAVIGATOR EVO,
EM DIFERENTES CINEMÁTICAS**

Linha de pesquisa:
Biomateriais e Técnicas Terapêuticas em Odontologia

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

Orientação:
Prof. Dr. Marcus Vinícius Reis Só

Porto Alegre

2017

CIP - Catalogação na Publicação

Duarte, Pedro Henrique Marks
DESVIO, CAPACIDADE DE CENTRALIZAÇÃO E FADIGA
CÍCLICA PROMOVIDOS POR INSTRUMENTOS TF ADAPTIVE E
NAVIGATOR EVO, EM DIFERENTES CINEMÁTICAS / Pedro
Henrique Marks Duarte. -- 2017.
59 f.
Orientador: Marcus Vinicius Reis Só.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia,
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Porto
Alegre, BR-RS, 2017.

1. Endodontia. 2. Tratamento do canal radicular.
3. Microtomografia. 4. Preparo do canal radicular.
5. Instrumentos odontológicos. I. Só, Marcus Vinicius
Reis, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dedico este trabalho,

À minha família, em especial meus pais Sérgio e Miriam,
pelo apoio, pelos conselhos dados, pela paciência e pelo carinho
que tiveram comigo, durante este período.

À minha namorada, Bárbara,
por ser minha amiga, companheira de mestrado, fonte de energia e motivação
nos momentos difíceis e por compreender e relevar os maus momentos.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcus Vinícius Reis Só, por me guiar neste processo, me passando seu conhecimento sobre pesquisa, endodontia e sobre a vida. Muito obrigado pela paciência e pela confiança, em mim depositadas.

Ao grupo de professores da FOB – USP, pela parceria nesta pesquisa, disponibilizando seu conhecimento, seu tempo e seu espaço para a realização de parte do trabalho.

À equipe de professores de Endodontia da UFRGS, por me transmitirem seus conhecimentos, desde a graduação, contribuindo para a minha escolha profissional e para a minha evolução como endodontista.

Aos colegas de pós-graduação, Ramiro Martins Quintana, Paula Barcellos da Silva, Lucas Pinheiro, Felipe Barros Matoso e demais colegas, pelas conversas no laboratório e trocas de experiência na secretaria, tomando um café.

Aos meus ex-colegas de faculdade, sócios e irmãos da vida, Luís Eduardo Volkmer da Rosa e Primo Guilherme Pasqual, pela parceria, apoio e por estarem presentes também nesta fase.

A todas as pessoas que contribuíram para a conclusão deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão de bolsa de estudos, que permitiu que eu tivesse a dedicação necessária à realização deste projeto.

RESUMO

DUARTE, Pedro Henrique Marks. **Desvio, capacidade de centralização e fadiga cíclica promovidos por instrumentos TF Adaptive e Navigator EVO, em diferentes cinemáticas.** 2017. 59f. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica - Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Introdução: A evolução dos instrumentos de NiTi pode ser dividida em gerações de acordo com algumas modificações tais como: tratamento térmico da liga, secção transversal e movimento utilizado para o preparo do canal, que pode ser movimento rotatório contínuo ou movimento oscilatório assimétrico. Essas mudanças tem como objetivo prover maior flexibilidade aos instrumentos, permitindo uma melhor modelagem do canal, com menor desvio e menor risco de perfurações. Outro aspecto relevante é a maior resistência à fadiga cíclica, das ligas com tratamento térmico, colaborando para uma maior resistência à fratura do instrumento. **Objetivos:** Este estudo comparou a fadiga cíclica, o transporte do canal, a capacidade de centralização e o volume do canal pós preparo, produzidos pelos sistemas TF Adaptive e Navigator EVO, quando utilizados em rotação contínua ou no movimento Adaptive. **Métodos:** Quarenta raízes méso-vestibulares de molares superiores foram analisadas através de micro-CT antes e depois do preparo do canal radicular com os dois sistemas e dois movimentos (Adaptive e Rotação Contínua). As amostras foram divididas em quatro grupos: TFA – instrumentos TF Adaptive utilizados no movimento Adaptive; TFC – instrumentos TF Adaptive utilizados em rotação contínua; NA – instrumentos Navigator EVO utilizados no movimento Adaptive; e NC – instrumentos Navigator EVO utilizados em rotação contínua. Os canais radiculares foram preparados até instrumentos 35.04. O transporte apical, a capacidade de centralização e o volume de preparo foram analisados utilizando-se micro-CT em três níveis: 3, 6 e 9mm do ápice. O teste de fadiga cíclica foi realizado utilizando um equipamento apropriado, onde, dez instrumentos de cada marca foram utilizados em um contra-ângulo redutor 6:1 e um motor elétrico com controle de torque, com programas pré-definidos “custom mode” e “TF Adaptive” para ativar os instrumentos 25.06 e 35.04. Os resultados foram analisados com os testes Kruskal-Wallis e Dunn para se verificar o transporte do canal, a capacidade de centralização e o volume do canal. O teste Student-T foi usado para avaliar a fadiga cíclica ($P = 0,05$). **Resultados:** A 3 e 9 mm do ápice, o transporte do canal e a capacidade de centralização foram similares em todos grupos ($P > 0,05$). A 6mm, o grupo TFC apresentou maior transporte no sentido da furca que os grupos NA e NC ($P < 0,05$). Após o preparo do canal, o grupo TFA produziu maior remoção de dentina, apresentando maior volume de canal que os grupos NA e NC ($P < 0,05$). Os testes de fadiga mostraram maior resistência em rotação contínua do que no movimento Adaptive, independentemente do sistema ou do tamanho do instrumento ($P < 0,05$). **Conclusões:** Ambos sistemas podem ser usados no movimento Adaptive ou em rotação contínua. Porém, a resistência à fratura dos instrumentos foi maior quando utilizados em rotação contínua. Pouco transporte de canal ocorreu, quando os canais méso-vestibulares de molares superiores foram preparados até instrumentos 35.04.

Palavras-chave: Endodontia, tratamento do canal radicular, microtomografia, preparo do canal radicular, instrumentos odontológicos.

ABSTRACT

DUARTE, Pedro Henrique Marks. **Canal transportation, centering ability and cyclic fatigue promoted by TF Adaptive and Navigator EVO instruments at different motions.** 2017. 59f. Dissertation (Masters degree in Dental Clinic - Endodontics) – Dentistry school, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Introduction: The evolution of NiTi instruments can be divided in generations, according to changes like in the NiTi alloy, heat treatment, cross-section format, and in the movement used for root preparation that goes from continuous rotation to asymmetric oscillation. These changes aim to provide greater flexibility to the instruments, allowing a better shaping, with less transportation and risk of perforation. Other aspect is the increased fracture resistance of the alloys with heat treatment, which is a big concern about NiTi instruments.

Aim: This study compared the cyclic fatigue and the canal transportation promoted by TF Adaptive and Navigator EVO systems when used with two different motions. **Methods:** Forty mesiobuccal roots of maxillary molars were scanned using micro-CT imaging before and after root canal preparation with the two instrument systems two motions (adaptive and continuous rotation). Samples were divided into four groups: TFA – TF Adaptive instruments under adaptive motion; TFC - TF Adaptive instruments under continuous motion; NA - Navigator instruments under adaptive motion; and NC – Navigator instruments under continuous motion. Root canals were prepared until 35.04 instruments. Apical transportation, centering ability and volume were analyzed using micro-CT at three levels: 3, 6 and 9 mm from the apex. The cyclic fatigue tests were performed using a custom-made device. Ten instruments of each brand were activated by using a 6:1 reduction handpiece powered by a torque-controlled motor using the preset programs “custom mode” and “TF Adaptive” to activate 25.06 and 35.04 instruments. Data were analyzed with Kruskal-Wallis and Dunn tests were used to assess canal transportation, centering ability and canal volume. Student-T test was used to evaluate cyclic fatigue ($P = .05$).

Results: At 3 mm and 9 mm, the canal transportation and centering ability were similar in all groups ($P > .05$). At 6 mm, TFC presented higher canal transportation toward furcal region than NA and NC ($P < .05$). After canal preparation, TFA promoted great dentinal excision, presenting higher canal volume than NA and NC ($P < .05$). Fatigue tests showed higher resistance under continuous than adaptive motion regardless system or tip/diameter of the instrument ($P < .05$). **Conclusions:** Both systems can be used under adaptive or continuous rotation. However; the lifespan of the instruments was higher when used under continuous rotation. Little canal transportation occurred when mesiobuccal root canals from maxillary molars were prepared until 35.04 instruments.

Keywords: Endodontics, root canal therapy, microtomography, root canal preparation, dental instruments.

SUMÁRIO

| | |
|-------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 7 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 9 |
| 3. ARTIGO CIENTÍFICO | 26 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 42 |
| 5. CONCLUSÕES..... | 44 |
| REFERÊNCIAS | 45 |
| ANEXO A | 52 |
| ANEXO B..... | 53 |
| ANEXO C..... | 55 |
| ANEXO D..... | 56 |

1 INTRODUÇÃO

O preparo dos canais radiculares é uma importante etapa da terapia endodôntica, pois promovendo o alargamento do conduto permite o fluxo dos agentes irrigantes (SABETI et al., 2006; HAAPASALO et al., 2010), possibilitando uma adequada desinfecção do canal radicular. Segundo Schilder (1974), o preparo do canal radicular deve apresentar uma forma cônica uniforme e contínua, de cervical à apical, preservando a curvatura original do canal e a posição do espaço original do forame apical.

Na presença de curvaturas, a preparação dos canais radiculares se torna mais desafiadora, devido à tendência, para as diferentes técnicas de preparo, em desviar do leito original do canal radicular (ABOU-RASS et al., 1980). Esse desvio, quando na porção apical, pode resultar em desvio foraminal, formação de degraus ou perfurações (SABER; NAGY; SCHAFER 2015a).

Nas últimas décadas, com o avanço tecnológico, foram sendo introduzidos no mercado odontológico instrumentos à base de níquel-titânio (NiTi), podendo ser utilizados de forma manual ou acoplados a motores elétricos que funcionam tanto em movimento de rotação contínua, como em movimento recíprocante assimétrico.

A utilização desses sistemas tem aumentado significativamente a qualidade da modelagem do canal radicular, principalmente na instrumentação de canais curvos e estreitos (JODWAY; HULSMANN, 2006). O sucesso dos sistemas de NiTi automatizados está relacionado com o design, a flexibilidade, a memória elástica, a cinemática empregada e a fadiga cíclica (JODWAY; HULSMANN, 2006; KIM et al., 2010; STEWART et al., 2010; HIGUERA et al., 2015; GAMBARINI et al., 2015).

Fadiga cíclica consiste em repetidos ciclos de tensão/compressão, em função da rotação do instrumento dentro de um canal com curvatura, e pode ser um importante fator na ocorrência de fratura do instrumento durante o preparo (PRUETT; CLEMENT; CARNES, 1997). A resistência dos instrumentos rotatórios à fadiga cíclica é afetada pelo ângulo e raio da curvatura do canal, e pelo tamanho e conicidade do instrumento. Uma maior severidade no ângulo e no raio da curvatura, por onde o instrumento irá atuar, e um tamanho maior do

instrumento utilizado, diminuem a durabilidade do instrumento (HAIKEL et al., 1999).

Os primeiros instrumentos com cinemática recíproca assimétrica lançados, como WaveOne (DentsplyMaillefer, Ballaigues, Switzerland) e Reciproc (VDW, Munich, Germany), possuem a característica de cortar no sentido anti-horário e realizar a liberação dos debrís no sentido horário (GIULIANI et al., 2014; ESPIR et al., 2017).

O sistema Twisted Files Adaptive (SybronEndo, Orange, CA) é um sistema, que utiliza limas TF Adaptive, que possuem tratamento térmico de fase-R e secção triangular, acionadas em uma combinação de movimentos de rotação contínua e movimento recíproca. Dessa forma, quando não há carga aplicada na lima dentro do canal ou quando está sob leve carga, o instrumento irá girar continuamente com mínimos intervalos de interrupção do movimento. Porém, quando o instrumento encontrar alguma resistência anatômica durante o seu trabalho dentro do canal, o movimento será recíproca, com corte à direita, fazendo giro de 370° no sentido horário seguido de um giro de 50° no sentido anti-horário (KARATAS et al., 2016). Os fabricantes alegam que esta tecnologia Adaptive e o design de suas limas aumentam a flexibilidade e permitem que a lima se ajuste às forças torcionais intracanaís, dependendo da quantidade de pressão exercida sobre a lima (GERGI et al., 2014).

O sistema Navigator EVO (Medin, NovéMěsto na Moravě, CzechRepublic) é um novo sistema de instrumentos rotatórios de NiTi com tratamento térmico, sendo o sucessor do sistema WizardNavigator (Medin)(JARDINI et al., 2016). Segundo os fabricantes, este sistema apresenta secção transversal triangular, maior flexibilidade e resistência, devido ao seu tratamento térmico, e possui ponta inativa para facilitar sua trajetória pelo canal. A cinemática recomendada pelo fabricante para este sistema de instrumentos é a de rotação contínua. Este sistema ainda não possui, na literatura, estudos que avaliem suas características de preparo e mecânicas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Os primeiros instrumentos utilizados para alargamento dos canais radiculares foram descritos em 1852, enquanto os primeiros instrumentos mecanizados com movimento rotatório foram relatados por Oltramare em 1892 (HULSMANN; PETERS; DUMMER, 2005), que utilizava agulhas finas em uma peça de mão.

Os primeiros instrumentos endodônticos de Níquel Titânio (NiTi) foram introduzidos por Walia e colaboradores, em 1988 (WALIA; BRANTLEY; GERSTEIN, 1988), e, desde então, vem ganhando espaço na prática clínica de endodontia, por sua alta flexibilidade, resistência à fratura torsional e capacidade de centralização do preparo (JODWAY; HULSMANN, 2006; YARED, 2008; GAGLIARDI et al., 2015).

Segundo Schilder (1974), o preparo do canal radicular deve apresentar trajeto cônico, contínuo e uniforme, evitando-se assim desvios da trajetória do canal, formação de degrau, e perfurações (GERGI et al., 2010). As características mecânicas dos instrumentos de NiTi conferem maior segurança no preparo do canal radicular (JODWAY; HULSMANN, 2006; KIM et al., 2010; STEWART et al., 2010).

Os instrumentos de NiTi são, comumente, classificados em gerações, de acordo com a sua cronologia de lançamento e evolução de suas características (PUENTES; JAIME; VERSIANI, 2017).

Primeira geração

A primeira geração de instrumentos de NiTi para preparo mecanizado foi desenvolvida por John Mcspadden e Ben Johnson e lançada no mercado em 1992. Esses instrumentos apresentavam como característica conicidade constante ao longo da porção ativa. Os sistemas eram compostos por vários instrumentos para a realização do preparo radicular completo. Os principais sistemas desta geração foram o sistema Profile (DentsplySirona), o sistema Hero (Micro Mega) e o sistema Quantec (NT Company) (PUENTES; JAIME; VERSIANI, 2017).

O sistema Profile (DentsplySirona) é composto por instrumentos de secção transversal triangular, com paredes côncavas, resultando em um

formato de “U” na sua secção. Seus instrumentos possuem conicidade de 0,04 ou de 0,06, sendo que os de conicidade 0,04 possuem os calibres #15 a #40, #45 a #80. A técnica de preparo é no sentido coroa-ápice, e seu uso recomendado emprega a rotação contínua, em sentido horário, com velocidade próxima a 250 rpm (LEONARDO, 2012).

Os instrumentos Quantec (NT Company) eram numerados de 1 a 10 e apresentavam diferentes conicidades que variavam de 0,02 a 0,06. Os calibres dos instrumentos eram #15, #20, #25, #40 e #45. Sua secção transversal possuía um desenho assimétrico, com um ângulo helicoidal de aproximadamente 30° que visava facilitar a remoção de *debris* produzidos durante o preparo. Este instrumento foi desenvolvido para uso em rotação contínua, no sentido horário, com aproximadamente 340 rotações por minuto. Eram comercializados dois tipos de instrumentos, deste sistema: os instrumentos com ponta SC, facetadas e cortantes, recomendados para canais mais finos, e os instrumentos com pontas LX, arredondadas e inativas, indicadas para canais amplos (SOARES; GOLDBERG, 2001).

O sistema Hero (MicroMega) consistia em 9 instrumentos com conicidade de 0,02, 0,04 e 0,06 e calibres de #20, #30 e #35, que compunham o kit básico do sistema. Existiam outros instrumentos mais calibrosos, porém somente com conicidade 0,02. Sua secção transversal possuía três ângulos de corte com uma massa interna sólida, que visava dar resistência a fraturas. Sua cinemática recomendada era rotação contínua, com velocidade entre 300 e 600 rpm, sendo o preparo no sentido coroa-ápice (SOARES; GOLDBERG, 2001).

Segunda geração

A segunda geração de instrumentos rotatórios de NiTi começou a surgir no final dos anos 1990 e apresentou como novidades a introdução de instrumentos com pontas inativas, mudanças nos formatos das secções transversais e variações nas conicidades a fim de aumentar a segurança durante o preparo e a eficiência destes instrumentos (PAQUÉ; MUSCH; HÜLSMANN, 2005; ARIAS; SINGH; PETERS, 2014). Essa geração apresentou tratamento de superfície metálica através de eletropolimento e implantação de íons, e os sistemas eram constituídos por um número menor de instrumentos do que seus antecessores (PUENTES; JAIME; VERSIANI, 2017). Dentre os

instrumentos desta geração destacam-se: Protaper Universal (Dentsply Tulsa), K3 (SybronEndo), RaCe (FKG) e Mtwo (VDW).

O sistema Protaper Universal caracteriza-se por possuir conicidade progressiva, ao longo da sua parte ativa, ponta inativa e formato triangular da sua secção transversal (ARIAS; SINGH; PETERS, 2014; GAGLIARDI et al., 2015; DUQUE et al., 2017). Segundo o fabricante, o sistema é composto por três instrumentos de modelagem e três instrumentos de finalização do preparo (ANKRUM; HARTWELL; TRUITT, 2004). Todos os instrumentos foram desenvolvidos para serem utilizados no comprimento de trabalho, exceto a SX que foi desenvolvida para preparo inicial da porção cervical do canal.

O sistema K3 Endo representa uma evolução do sistema Quantec (FLORES; GONZÁLEZ, 2012), e apresenta conicidade constante, ponta inativa, a fim de diminuir os riscos de desvios e perfurações (ANKRUM; HARTWELL; TRUITT, 2004) e uma superfície radial larga. Segundo o fabricante, o instrumento possui uma secção transversal assimétrica (MADHUSUDHANA; MATHEW; REDDY, 2010).

O sistema RaCe (FKG) caracteriza-se por um design diferenciado, com porções da parte ativa espiraladas e outras não-espirais e uma secção transversal triangular (GARCIA et al., 2012). Segundo o fabricante, essas características teriam função de evitar o parafusamento do instrumento, durante o preparo e diminuir o torque empregado. Além disso, esse instrumento possui tratamento eletroquímico, que busca melhorar sua capacidade de corte. O sistema foi desenvolvido para realizar preparo no sentido coroa-ápice, com instrumentos de calibre entre #15 e #60, e conicidade 0,02 a 0,10 (PAQUE et al., 2004).

Introduzido em 2005, o sistema Mtwo (VDW) possui secção transversal em forma de “S itálico” com duas lâminas de corte, ponta inativa e, segundo o fabricante, a sua parte ativa apresenta uma ampla área de escape para melhorar a remoção de raspas de dentina. Os instrumentos de maior calibre possuem menor superfície de corte e os menos calibrosos, maior superfície de corte, o que provém maior resistência mecânica aos instrumentos mais finos e maior poder de corte aos instrumentos mais calibrosos (TANOMARU FILHO, 2012).

Considerando as características de cada sistema sucedem-se vários estudos demonstrando aspectos relacionados a deformações no preparo e fratura de instrumentos.

Iqbal et al. (2004) avaliaram a produção de transporte pelos sistemas Profile e Protaper, em raízes méso-vestibulares de molares inferiores, não encontrando diferenças estatísticas entre os dois grupos na análise da porção apical. Na porção mais cervical do conduto houve maior transporte nos dentes preparados com o sistema Profile.

Ankrum et al. (2004) avaliaram a ocorrência de deformações e fraturas de instrumentos, durante o preparo radicular de canais curvos, com os sistemas Profile, Protaper e K3. Foi observada ocorrência estatisticamente semelhante no número de fraturas entre os grupos ($p > 0,05$), porém foi salientado pelos autores que, apesar de não haver diferença estatística, houve maior número de fraturas no sistema Protaper, o que pode ser explicado pela maior conicidade dos instrumentos que realizam o preparo apical, em comparação aos outros grupos.

Paque et al. (2004) testaram os instrumentos RaCe e Protaper no preparo de raízes mesiais de molares inferiores extraídos, e avaliaram sua capacidade de centralização de preparo e qualidade de remoção de *debris* e *smear layer*. Eles não observaram diferença na capacidade de centralização entre os grupos ($p > 0,05$), sendo que ambos apresentaram bons resultados nesse quesito, porém foram deficientes na remoção de *debris* e *smear layer*.

Garcia et al. (2012) testaram os instrumentos RaCe e Profile, também em molares inferiores, e não observaram diferenças na capacidade de centralização do preparo ($p > 0,05$) entre os sistemas, mesmo realizando uma maior ampliação, até 40.04.

Schafer e Oitzinger (2008), ao comparar múltiplos instrumentos NiTi, observaram melhor manutenção da curvatura original do canal ao se utilizar o sistema Mtwo em comparação aos sistemas K3 e RaCe. Em um teste de fadiga cíclica, o instrumento Mtwo apresentou melhores resultados do que os sistemas Profile, ProTaper, e FlexMaster (PLOTINO et al., 2010).

Terceira Geração

Com a necessidade de melhorar as características mecânicas dos instrumentos de NiTi, principalmente para os casos de grande curvatura apical, a indústria introduziu o tratamento térmico das ligas de NiTi. A partir de 2007, cada empresa desenvolveu seu próprio método de tratamento térmico (PUENTES; JAIME; VERSIANI, 2017). Os instrumentos que se destacam nessa geração são Twisted File (SybronEndo), K3XF (SybronEndo), WizardNavigator EVO (Medin) e Hyflex CM (Coltene).

O sistema Twisted File foi o primeiro a ser fabricado através de torção, algo que foi possível em função do seu tratamento térmico, chamado Fase-R, (PUENTES; JAIME; VERSIANI, 2017). A recomendação é que se use o instrumento em uma rotação de aproximadamente 300 rpm (GAMBARINI et al., 2008). Segundo o fabricante, o fato de o instrumento ser fabricado a partir de torção da liga NiTi, promoverá maior resistência à fadiga e conseqüentemente à fratura (KIM et al., 2010).

O sistema K3XF, é uma evolução do sistema K3 (SybronEndo) e utiliza a mesma liga com tratamento Fase-R do sistema Twisted File (PUENTES; JAIME; VERSIANI, 2017). Diferentemente do sistema Twisted File, esse sistema é produzido através de usinagem e, após, recebe o tratamento térmico (HA et al., 2013). Segundo o fabricante, a rotação recomendada é de aproximadamente 500 rpm (SHEN et al., 2015).

O sistema Hyflex CM é composto por uma liga chamada CM (Controlled Memory) que controla a memória do instrumento, conferindo-lhe maior flexibilidade, sem perda da memória de formato (SHENOI et al., 2017). Esse sistema possui menos Níquel na sua composição do que a maior parte dos instrumentos de NiTi (TESTARELLI et al., 2011).

Kumar et al. (2013) compararam a capacidade de centralização e o transporte do canal preparado pelos sistemas HyflexCM, Twisted File e limas K manuais. Os autores verificaram uma capacidade de centralização maior para os grupos mecanizados em relação ao preparo manual ($P < 0,05$), porém sem diferenças entre si ($P > 0,05$). Gergi et al. (2010) também compararam esses grupos, encontrando melhores resultados para o sistema Twisted File ($P < 0,001$). Estudo semelhante realizado por Rejula et al. (2017) compararam a capacidade de centralização de preparo dos sistemas Twisted File, Protaper e

limas K manuais, encontrando melhor capacidade de centralização para o grupo Twisted File em comparação aos dois outros grupos ($P < 0,05$).

Comparando instrumentos das três gerações apresentadas Prasanthi et al. (2016) avaliaram o desvio da trajetória original causado pelo uso dos sistemas ProTaper, K3XF e LightSpeed, em molares inferiores. Como resultado, foi observado que o sistema ProTaper apresentou maior desvio ($P < 0,05$) que os demais grupos. Isso pode ser justificado, segundo os autores, pela conicidade variável ao longo da sua parte ativa, pela sua secção transversal e pelo ângulo das lâminas da porção ativa do sistema ProTaper. Apesar de não citado pelos autores, se faz pertinente salientar que o sistema ProTaper não possui tratamento térmico de superfície, ao contrário do sistema K3XF.

Castelló-Escrivá et al. (2012) testaram a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos Twisted File, ProTaper e WaveOne. Os autores demonstraram que o sistema Twisted File obteve melhores resultados que o grupo ProTaper. Um bom desempenho nos testes de fadiga cíclica também foi verificado por Bhagabati, Yadav e Talwar (2012), ao compararem o sistema Twisted File com os sistemas Profile, Mtwo e K3, os quais não possuem tratamento térmico da sua liga de NiTi e apresentaram piores resultados que o sistema Twisted File ($P < 0,05$).

Shen et al. (2015), ao realizarem teste de fadiga cíclica com o sistema K3XF e o sistema K3, observaram um número duas vezes maior de ciclos até a fratura para o sistema K3XF ($P < 0,05$), o que pode ser explicado pelo tratamento térmico presente neste sistema, que aumenta sua resistência, entretanto no teste de fadiga torsional os resultados foram similares ($P > 0,05$).

O teste de fadiga cíclica também foi realizado por Pérez-Higueras et al. (2013) nos instrumentos K3XF, K3 e Twisted File, onde, em rotação contínua, o grupo K3XF obteve melhores resultados que os dois outros grupos ($P < 0,05$) e o instrumento Twisted File apresentou maior resistência que o K3 ($P < 0,05$).

Mais recentemente foi lançado no mercado o sistema Navigator EVO (MEDIN), pouco estudado até o presente momento, não havendo na literatura, estudos que avaliem esse sistema. Segundo o fabricante, os instrumentos deste sistema possuem secção transversal triangular, ponta inativa e sua liga NiTi possui tratamento térmico, buscando conferir-lhe maior flexibilidade e

resistência. Além disso, esse novo sistema apresenta instrumentos de conicidade 0,04 e 0,06, nos comprimentos de 21 e 25 mm.

Ainda sem estudos avaliando suas características de preparo, o sistema WizardNavigator EVO foi lançado no mercado com a indicação de preparo de canais com maiores graus de curvatura, por apresentarem alta flexibilidade. Os instrumentos deste sistema apresentam tratamento térmico de superfície, conicidade fixa, ao longo da porção ativa, três lâminas de corte e ponta inativa. A cinemática recomendada pelo fabricante é de rotação contínua, com velocidade de 200 rpm e torque entre 1,2 e 2,3 Ncm, variando conforme o instrumento.

Quarta Geração

Os instrumentos da quarta geração trazem como grande novidade a cinemática empregada, uma vez que são utilizados em um movimento oscilatório assimétrico (reciprocante), em detrimento ao movimento de rotação contínua (PUENTES; JAIME; VERSIANI, 2017). As ligas utilizadas possuem tratamento térmico, conferindo maior flexibilidade e resistência à fratura. Os principais instrumentos utilizados na movimentação reciprocante são os sistemas WaveOne (DentsplyMaillefer), WaveOne Gold (DentsplySirona), Reciproc (VDW), Reciproc Blue (VDW), Unicone (Médin).

O movimento reciprocante foi sugerido por Yared (2008) para buscar diminuir o risco de fratura dos instrumentos NiTi e diminuir o tempo gasto para se realizar o preparo do canal radicular. Empregando a lima F2 do sistema ProTaper universal, em movimento oscilatório. You et al. (2010) repetiram a idéia, em molares extraídos. Foram utilizados 11 instrumentos F2 para preparar 120 canais curvos, sendo que as limas foram capazes de preparar de 6 a 21 canais, com uma média de 10. Os autores verificaram uma diminuição no tempo de trabalho para se completar o preparo do canal, utilizando-se apenas um instrumento.

Em 2011, foi lançado no mercado o sistema WaveOne (DentsplyMaillefer), com a proposta de realizar o tratamento endodôntico com apenas uma lima, em um movimento reciprocante assimétrico (BÜRKLEIN et al., 2011). As limas desse sistema são compostas por uma liga NiTi com

tratamento M-Wire (SIMPSY et al., 2016) e existem três tipos de instrumentos: Ponta 21 com conicidade 0,06, Ponta 25 e Ponta 40 (BÜRKLEIN et al., 2011) sendo que os instrumentos 25 e 40 possuem conicidade decrescente, a partir de 0,08, e secção transversal em formato de triângulo convexo (HUSSNE; CÂMARA, 2012). A sua cinemática consiste em um movimento maior no sentido anti-horário, quando ocorre a ação de corte da dentina, seguido por um movimento menor no sentido horário, que realiza a liberação de raspas de dentina produzidas.

Assim como o sistema WaveOne, o sistema Reciproc (VDW) possui a proposta de realizar o preparo endodôntico com um instrumento único de NiTi, com tratamento térmico M-Wire (BÜRKLEIN et al., 2011). Seus instrumentos possuem secção transversal no formato de S, sendo o instrumento R25 com ponta 25 e conicidade 0,08 nos primeiros milímetros, o R40 com ponta 40 e conicidade 0,06 nos 3 milímetros iniciais e o R50 com ponta 50 e conicidade 0,05 nos primeiros milímetros (TANOMARU FILHO; LEONARDO, 2012). Por ter o maior ângulo de movimento para o seu sentido de corte, acaba tendo seu avanço pelo canal facilitado, diminuindo a extrusão de raspas de dentina no sentido apical.

Uma série de estudos comparando estes instrumentos de quarta geração entre si e com instrumentos das gerações anteriores estão descritos na literatura. Estes trabalhos confrontam aspectos relacionados às deformações no preparo, à capacidade de centralização, ao tempo de preparação, à resistência à fadiga cíclica e fratura de instrumentos.

Bürklein et al.(2011) avaliaram as características de preparo dos sistemas WaveOne, Reciproc, Mtwo e ProTaper, em molares extraídos. Em relação à capacidade de manutenção do trajeto original do canal, não houve diferença entre os quatro grupos ($P>0,05$), já em relação ao tempo de trabalho, o sistema WaveOne se mostrou mais rápido que os sistemas ProTaper e Mtwo ($P<0,05$), enquanto o sistema Reciproc se mostrou mais rápido que os três ($P<0,05$). Na análise da remoção de debris do terço apical, os sistemas Mtwo e Reciproc apresentaram melhores resultados que os sistemas WaveOne e ProTaper ($P<0,05$).

Pedullá et al. (2013) avaliaram a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos reciprocantes WaveOne e Reciproc e dos instrumentos de

rotação contínua Mtwo e Twisted File, utilizando os instrumentos nas cinemáticas recíprocante e rotação contínua. Analisando-se somente a cinemática empregada, os instrumentos apresentaram maior resistência nas cinemáticas recíprocantes ($P < 0,001$), sendo o sistema TF o que apresentou melhores resultados. Quando se analisou cada instrumento somente na sua cinemática apropriada, o sistema WaveOne apresentou menor resistência à fadiga cíclica que os demais grupos ($P < 0,05$).

Plotino et al. (2012) testaram a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos WaveOne e Reciproc, em seus respectivos movimentos recíprocantes. O sistema Reciproc apresentou maior número de ciclos até a fratura do que o sistema WaveOne ($P < 0,05$) nos testes realizados. Segundo os autores, isso pode ser atribuído ou às diferenças nos movimentos recíprocantes de cada sistema, ou às diferenças nas secções transversais de ambos os instrumentos, já que o sistema Reciproc apresenta secção em forma de S com duas lâminas de corte, enquanto o sistema WaveOne apresenta secção triangular com três lâminas cortantes.

Mais recentemente, foram lançados no mercado novos sistemas de lima única e cinemática recíprocante: WaveOne Gold (DentsplyMaillefer) e Reciproc Blue (VDW), sendo elas evoluções das limas WaveOne e Reciproc.

O sistema WaveOne Gold apresenta nova geometria e dimensões quando comparados ao sistema WaveOne. Além disso, sua liga NiTi possui um novo tratamento térmico, pós-fabricação do instrumento, que lhe dá maior flexibilidade e resistência, em relação aos antigos sistemas com a liga M-wire (ELSAKA S. E.; ELNAGHY A. M.; BADR A. E., 2017).

Sua secção transversal é em formato de um paralelogramo, com duas faces cortantes (OZYUREK T., 2016), e, diferentemente do sistema WaveOne, possui quatro opções de limas para preparo do conduto: WaveOne Gold Small que possui ponta #20 e conicidade 0,07 nos primeiros milímetros, sendo essa decrescente ao longo da parte ativa do instrumento; WaveOne Gold Primary, com ponta #25 e conicidade 0,07 nos primeiros milímetros; WaveOne Gold Medium, que representa mais uma novidade deste sistema, com ponta de tamanho #35 e conicidade 0,06; e WaveOne Gold Large, que passou a ter ponta #45 e conicidade de 0,05 (SILVA E., et al., 2017).

Lançado pela empresa VDW, o sistema Reciproc Blue também possui um tratamento térmico próprio inovador, que faz com que o instrumento fique com coloração azulada. Esta liga NiTi com tratamento térmico aumenta a flexibilidade e a resistência à fadiga cíclica do instrumento em relação ao sistema Reciproc, que é produzido com liga NiTi M-Wire (KESKIN C., et al., 2017).

Este sistema apresenta secção transversal em formato de S invertido, com duas arestas cortantes, formato semelhante ao do sistema Reciproc. Além disso, o sistema apresenta ponta inativa, dando maior segurança em relação a formação de degraus e desvios do trajeto original do canal. O sistema conta com três opções de instrumentos: R25 Blue, que possui ponta #25 e conicidade 0,08; R40 Blue, com ponta #40 e conicidade de 0,05; e R50, que apresenta ponta #50 e conicidade de 0,05 (SILVA et al., 2017a).

Ozyurek (2016) avaliou a resistência à fadiga cíclica dos sistemas Reciproc, WaveOne e WaveOne Gold, em um dispositivo que simulava um canal com uma curvatura de 60° e 5mm de comprimento. Todos os instrumentos foram acionados até a fratura e, após, foi calculado o número de ciclos até a fratura em cada grupo. O sistema WaveOne Gold apresentou maior número de ciclos até a fratura que os demais grupos ($P < 0,05$), o que, segundo o autor, é explicado pela diferença no tratamento térmico deste sistema.

Adiguzel e Capar (2017) compararam a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos Small, Primary e Large dos sistemas WaveOne e WaveOne Gold, utilizando dois dispositivos que simulam canais curvos, um com 60° de curvatura e outro com 90° de curvatura. Levando-se em conta o tempo até a ocorrência da fratura, o sistema WaveOne Gold apresentou resultados quase duas vezes melhores que o sistema WaveOne, no dispositivo com 60° ($P < 0,001$). Já no dispositivo de 90°, os resultados do grupo WaveOne Gold foram quase três vezes melhores que o grupo WaveOne ($P < 0,001$). Os resultados podem ser explicados pelo tratamento térmico diferenciado do sistema WaveOne Gold, mas também pela menor conicidade presente nos instrumentos Primary e Large deste sistema.

Keskin et al. (2017) buscaram avaliar a resistência dos instrumentos Reciproc Blue R25, WaveOne Gold Primary (25.07) e Reciproc R25, em um dispositivo de teste que simula um canal curvo (60°) comparando os tempos

até fratura de cada grupo. Os instrumentos Reciproc Blue R25 apresentaram a maior resistência à fadiga cíclica ($P < 0,05$). O sistema Reciproc apresentou menor tempo de acionamento até fratura que o grupo WaveOne Gold ($P < 0,05$). A importância do tratamento térmico fica evidente com estes estudos, uma vez que os sistemas Reciproc e Reciproc Blue apresentam tamanho, conicidade e secção transversal idênticos e os resultados para o grupo Reciproc Blue foram significativamente melhores. Já o fato de o grupo Reciproc Blue ter apresentado maior tempo até fratura que o grupo WaveOne Gold levanta a questão da influência da secção transversal do instrumento, uma vez que ambos instrumentos possuem tratamento térmico na sua liga de NiTi, embora isso ainda não seja consenso na literatura.

A importância da evolução no tratamento térmico e sua atuação na segurança dos instrumentos mecanizados também ficam evidentes no trabalho de De-Deus et al. (2017), quando foi avaliada a resistência à fadiga cíclica em dispositivos com 60° de curvatura, simulando um canal, e o fator de avaliação foi o tempo até fratura. O grupo Reciproc Blue levou em torno de 49% mais tempo para fraturar, em relação ao grupo Reciproc ($P < 0,05$).

Utilizando um canal simulado de aço, em formato de S, Topçuoğlu e Topçuoğlu (2017) avaliaram a resistência dos instrumentos Reciproc Blue R25 e R40 e os instrumentos Reciproc R25 e R40. Tanto nos instrumentos R25 quanto R40, o sistema Reciproc Blue apresentou maiores tempos até a fratura, que o sistema Reciproc ($P < 0,05$), o que está consoante com os resultados previamente citados.

A literatura ainda carece de estudos que avaliem a capacidade de preparo destes novos instrumentos, de cinemática recíprocante e tratamento térmico diferenciado, como WaveOne Gold e Reciproc Blue.

Com o advento e a evolução dos instrumentos NiTi acionados com cinemática oscilatória assimétrica, a SybronEndo lançou no mercado o sistema TF Adaptive, que, segundo o fabricante, deve ser utilizado em motor próprio, que realiza um movimento único, patenteado, onde, inicialmente, o instrumento é acionado no sentido horário, em rotação contínua, permitindo maior eficiência de corte, porém, havendo alguma resistência no trabalho do instrumento, a cinemática modifica-se, automaticamente, para movimentos no sentido horário e anti-horário, variando de $600^\circ-0^\circ$ até $370^\circ-50^\circ$. Com isso, o instrumento teria

melhores condições de ultrapassar o ponto de dificuldade e, uma vez diminuído o stress sobre o instrumento, o movimento voltaria a ser de rotação contínua (SILVA et al., 2017). Essa cinemática foi denominada Adaptive Motion.

O sistema TF Adaptive é fabricado com liga NiTi fase R, que lhe confere alta flexibilidade e resistência à fratura (ELSAKA; ELNAGHY; BADR, 2017), sua porção ativa é confeccionada através de torção e não usinagem como a maior parte dos instrumentos NiTi (GERGI et al., 2015). Sua ponta é inativa e secção transversal em formato triangular. O sistema possui dois kits: Small e Large, ambos sendo compostos por três limas, cada (SILVA et al., 2017).

Buscando avaliar este sistema e sua cinemática inovadora, Gergi et al., em 2015, utilizaram quarenta e oito raízes mesiais de molares inferiores extraídos, com curvaturas entre 25° e 35°, a fim de comparar as características de preparo dos sistemas TF Adaptive, WaveOne e Reciproc. Para tal comparação foi utilizado um micro-tomógrafo computadorizado e foram realizadas análises das raízes antes e após os preparos. Os critérios de comparação foram: remoção de dentina em todo canal, dentina removida no terço apical, volume de superfície não tocada, transporte do trajeto do canal e capacidade de centralização. O sistema Reciproc apresentou maior remoção de dentina ao longo do canal e no terço apical ($P < 0,05$) que os demais grupos. Em relação ao transporte do trajeto do canal, o sistema TF Adaptive apresentou os melhores resultados, tanto na totalidade do canal, quanto no terço apical ($P < 0,001$).

Higuera et al. testaram, em 2015, a fadiga cíclica dos instrumentos WaveOne, Reciproc e Twisted File Adaptive. Para esta avaliação, foram utilizados 15 instrumentos de cada sistema em um canal simulado, de metal, com angulação de 60°, sendo acionados em suas respectivas cinemáticas. Todos instrumentos foram acionados até a ocorrência de fratura, e então foi calculado o número de ciclos até o desfecho. Os sistemas Reciproc e TF Adaptive apresentaram resultados semelhantes ($P > 0,05$), melhores que o sistema WaveOne ($P < 0,05$).

Pedulla et al. (2016), também utilizaram a micro-tomografia computadorizada para avaliar trinta e duas raízes mesiais de molares inferiores, que foram preparadas com os sistemas TF Adaptive e Mtwo. Porém, neste caso, ambos sistemas foram utilizados em duas cinemáticas: rotação

contínua e movimento Adaptive. Foram avaliados volume de preparo, transporte do canal e capacidade de centralização do preparo. Em relação ao volume de preparo, o grupo TF Adaptive, utilizado em rotação contínua, obteve menores resultados que os demais grupos ($P < 0,01$), já em relação ao transporte e à centralização, o sistema TF Adaptive obteve melhores resultados que o sistema Mtwo, independentemente da cinemática empregada ($P < 0,0001$). A capacidade de centralização do preparo foi aumentada em ambos grupos quando utilizados no movimento Adaptive ($P < 0,01$), porém não houve diferença em relação a centralização e transporte no terço apical para ambos sistemas e cinemáticas ($P > 0,05$)

Em 2017, Elsaka, Elnaghy e Badr avaliaram a resistência torsional dos sistemas WaveOne Gold, Reciproc e Twisted File Adaptive, comparando os instrumentos de ponta #25 de cada sistema. Vinte instrumentos de cada sistema foram utilizados neste estudo, que verificou maior resistência torsional no sistema WaveOne Gold em comparação aos outros dois grupos ($P < 0,001$). O grupo Reciproc apresentou maior resistência torsional que o grupo TF Adaptive ($P < 0,001$). Segundo os autores, essas diferenças podem ser explicadas pelas diferenças nas ligas utilizadas em cada sistema, assim como as suas diferentes seções transversais.

Quinta geração

As limas da quinta geração tem como característica uma modificação na seção transversal da porção ativa, que deixa de ser simétrica, possuindo um núcleo excêntrico (PUENTES; JAIME; VERSIANI, 2017). Essa modificação no eixo de rotação dos instrumentos busca diminuir o risco de travamento durante o preparo do canal, por criar maior área de escape de *debris* e diminuir a área de contato do instrumento com as paredes do canal.

Outra característica de alguns instrumentos desta geração é que sua liga NiTi é sensível à temperatura, modificando sua fase cristalina quando em contato com a temperatura corporal. Essa alteração confere ao instrumento maior capacidade de corte (PUENTES; JAIME; VERSIANI, 2017).

Os principais instrumentos desta geração são ProTaper Next (DentsplyMaillefer), OneShape (Micro-Mega), Hyflex EDM (Coltene) e XP EndoShaper (FKG).

O sistema ProTaper Next (DentsplyMaillefer) foi lançado no mercado como a evolução do sistema ProTaper Universal. Ele é produzido com liga NiTiM-wire, mesma do sistema WaveOne (DentsplyMaillefer), que lhe confere maior resistência e flexibilidade que seu antecessor. Seu design também foi modificado, possuindo uma secção transversal retangular, com núcleo excêntrico e conicidade decrescente ao longo da porção ativa (ARIAS; SINGH; PETERS, 2014; GAGLIARDI et al., 2015) O sistema é composto por três instrumentos a serem usados no comprimento total de preparo, em rotação contínua, no sentido horário.

A empresa Micro-Mega lançou o sistema OneShape, que foi desenvolvido para utilização em rotação contínua, no sentido horário, e que se propõe a realizar o preparo completo do canal radicular com apenas um instrumento. Este instrumento possui um formato assimétrico da sua secção transversal, o que gera um “movimento de onda” ao longo da parte ativa (JAIN et al., 2015). Ele é fabricado com uma liga NiTi convencional, possui ponta inativa de diâmetro #25 e conicidade constante de 0,05 ao longo de sua porção ativa. A recomendação do fabricante quanto à velocidade de rotação é de 400rpm e 4Ncm de torque (BÜRKLEIN; BENTEN; SCHÄFER, 2012).

O sistema Hyflex EDM (Coltene) surgiu em 2016, como evolução do sistema Hyflex CM (Coltene). Ele é fabricado com a mesma liga NiTi com controle de memória que o seu predecessor, porém o seu tratamento de superfície se dá por um método diferente, através de descargas elétricas que, por um processo de erosão térmica sem contato, derrete e evapora, parcialmente pequenas porções da liga NiTi (PIRANI et al., 2016; IACONO et al., 2017). A fabricante recomenda seu uso em rotação contínua, com velocidade de 500rpm e torque de 2,5Ncm.

Lançado recentemente, o sistema XP Shaper (FKG) é fabricado com uma liga MaxWire, que faz com que o instrumento, quando a 20° de temperatura, esteja em sua fase martensítica. Entretanto, na temperatura corporal, o instrumento passa para a sua fase austenítica (LACERDA et al., 2017; ELNAGHY; ELSAKA, 2017). O instrumento possui ponta de diâmetro #30 e conicidade 0,01, porém segundo o fabricante, seu formato espiralado é capaz de realizar um preparo de tamanho #30 e conicidade de 0,04. Sua ponta possui seis faces cortantes, que permitem que o preparo seja feito, inteiramente, com

apenas um instrumento, após um glide path com uma lima manual #15 (ELNAGHY; ELSAKA, 2017).

Em 2015, Wu et al. avaliaram a capacidade de preparo dos sistemas WaveOne, ProTaper universal e ProTaper Next, utilizando canais simulados feitos em blocos de resina, com uma e duas curvaturas. Os canais possuíam 16 mm de comprimento e taper 0,02. Os autores verificaram que, nos blocos com apenas uma curvatura, os sistemas ProTaper universal e ProTaper Next produziram menor transporte da trajetória do canal, na região de curvatura, que o sistema WaveOne ($P < 0,05$). O sistema ProTaper Next apresentou menor transporte na região apical que os outros dois sistemas ($P < 0,05$), porém, causou maior transporte nas regiões retas do canal ($P < 0,05$). Já nos grupos com duas curvaturas, o sistema ProTaper Next preservou melhor as regiões de curvatura que os demais grupos ($P < 0,05$), porém não houve diferenças estatísticas nas porções apicais e nas retas ($P > 0,05$).

Jain et al. (2015) avaliaram o preparo do canal dos sistemas de quinta geração OneShape, ProTaper Next e Revo S, utilizando 60 molares inferiores extraídos, em que as raízes mesiais possuísem angulação entre 20° e 40°. Foi utilizada tomografia de feixe cônico pré e pós preparo para a avaliação. Como resultado, foi verificado valores semelhantes para o transporte do trajeto original do canal para todos os grupos ($P > 0,05$).

Em 2017, Silva et al. avaliaram a capacidade de centralização e a ocorrência de transporte do canal, dos sistemas ProTaper Next e Twisted File Adaptive. Para possibilitar uma precisa avaliação, foi utilizado um microtomógrafo computadorizado, realizando análises antes e após o preparo das amostras. Foram utilizadas vinte raízes mesiais de molares inferiores, contendo istmos, divididos em dois grupos. Os autores verificaram valores semelhantes de transporte do trajeto original do canal para os dois grupos testados ($P > 0,05$), assim como para a capacidade de centralização do preparo ($P > 0,05$).

Buscando avaliar a resistência do sistema ProTaper Next, em relação ao seu antecessor ProTaper universal, Peng et al. (2015) compararam ambos instrumentos, utilizando um equipamento simulando canais com curvaturas diferentes, 45°, 60° e 90°. Foram utilizados 10 instrumentos de cada sistema para cada angulação. A comparação foi realizada utilizando-se o tempo que cada instrumento levou até a ocorrência de fratura. Nos grupos de 45° e 60° de

curvatura, os instrumentos ProTaper Next obtiveram maiores tempos de ação até a fratura ($P < 0,001$), enquanto que nos grupos com angulação de 90° , os instrumentos ProTaper universal apresentou maior resistência à fratura, que seu sucessor. Em relação ao tamanho dos fragmentos, após a ocorrência da fratura, os resultados foram semelhantes nos testes em 45° e 60° ($P > 0,05$), porém os fragmentos do sistema ProTaper Next foram significativamente menores que os do sistema ProTaper universal, nos testes em 90° ($P < 0,05$).

Utilizando um microtomógrafo computadorizado, Venino et al. (2017), compararam as características de preparo dos sistemas Hyflex EDM e ProTaper Next, em relação ao desvio do trajeto do canal e capacidade de centralização, nos sentidos méso-distal e vestibulo-lingual em cinco pontos: apical, médio, cervical, e nos limites entre os terços. Para o estudo, foram utilizados quarenta dentes extraídos, que foram escaneados antes e após os preparos. Os resultados foram, em geral, muito semelhantes, exceto pelo ponto limítrofe entre os terços cervical e médio, onde o sistema Hyflex EDM apresentou resultados superiores ao sistema ProTaper Next, para desvio no sentido vestibulo-lingual e na centralização.

Em 2017, Gündogar e Özyürek, compararam instrumentos de quarta e quinta geração empregando um dispositivo simulando um canal, com 60° de curvatura, para testar a resistência à fadiga cíclica dos sistemas de lima única OneShape, Hyflex EDM, Reciproc Blue e WaveOne Gold. Nesse estudo, foram utilizados 30 instrumentos de cada sistema e foi calculado o número de ciclos até a ocorrência da fratura e os fragmentos foram medidos, após a fratura, para verificar se havia diferença no padrão de fraturas. O sistema Hyflex EDM apresentou os melhores resultados para resistência à fratura ($P < 0,05$), seguido pelo sistema Reciproc Blue que mostrou maior resistência que o sistema WaveOne Gold ($P < 0,05$). O sistema OneShape apresentou resultados piores que todos os demais ($P < 0,05$). Segundo os autores os resultados podem ser explicados, possivelmente, pelas diferenças na confecção das ligas NiTi, uma vez que o sistema Hyflex EDM é confeccionado a partir de um método de fabricação por descargas elétricas, enquanto os sistemas Reciproc Blue e WaveOne Gold possuem tratamentos térmicos diferenciados, que também lhes conferem alta flexibilidade, enquanto o sistema OneShape não possui nenhum tipo de tratamento da sua liga de NiTi. Apesar das diferenças na resistência à

fratura entre os instrumentos, não houve diferença nos tamanhos dos fragmentos ($P>0,05$).

Os estudos que avaliaram o sistema XP Shaper, o fizeram utilizando outros sistemas, também recentemente lançados, não abordados neste texto, porém é importante citar seus resultados em estudos comparativos.

Lacerda et al. (2017) avaliaram a capacidade de limpeza e preparo do sistema XP Shaper, o Self-Adjusting File (SAF; ReDentNOVA, Ra'anana, Israel) e TruShape (DentsplySirona, Tulsa, OK), através de uma correlação entre microtomografia computadorizada e histologia. No terço apical, o sistema SAF apresentou menor superfície não-tocada do que o sistema XP Shaper ($p<0,05$), porém, avaliando-se a totalidade do canal, não houve diferenças entre os preparos dos três grupos ($P>0,05$)

Elnaghy e Elsaka (2017) avaliaram a resistência torsional dos sistemas XP Shaper, TRUShape, ProFileVortex e FlexMaster. Os sistemas FlexMaster e ProFileVortex apresentaram melhores resultados que os sistemas TRUShape e XP Shaper ($P<0,05$). O grupo XP Shaper apresentou os piores resultados, porém não diferiu do grupo TRUShape ($P>0,05$).

Testes de características de preparo e fadiga cíclica vem sendo usados para se verificar o comportamento do sistema TF Adaptive, no movimento Adaptive (GAMBARINI et al., 2015; HIGUERA et al., 2015). Ademais, a resistência à fadiga cíclica do sistema Navigator EVO não foi testada nem em rotação contínua nem no movimento Adaptive, assim como suas características de preparo.

3 ARTIGO

Este trabalho está apresentado na forma de artigo científico, nas normas da revista *Journal of Endodontics*.

Abstract

Introduction: This study compared the canal transportation, centering ability, volume and cyclic fatigue of TF Adaptive and Navigator EVO systems when used with two different motions.

Methods: Forty mesiobuccal roots of maxillary molars were scanned using micro-CT imaging before and after root canal preparation with the two instrument systems two motions (adaptive and continuous rotation). Samples were divided into four groups: TFA – TF Adaptive instruments under adaptive motion; TFC - TF Adaptive instruments under continuous motion; NA - Navigator instruments under adaptive motion; and NC – Navigator instruments under continuous motion. Root canals were prepared until 35.04 instruments. Apical transportation was analyzed using micro-CT at three levels: 3, 6 and 9 mm from the apex. The cyclic fatigue tests were performed using a custom-made device. Ten instruments of each brand were activated by using a 6:1 reduction handpiece powered by a torque-controlled motor using the preset programs “custom mode” and “TF Adaptive” to activate 25.06 and 35.04 instruments. Data were analyzed with Kruskal-Wallis and Dunn tests were used to assess canal transportation, centering ability and canal volume. Student-T test was used to evaluate cyclic fatigue ($P = .05$).

Results: At 3 mm and 9 mm, the canal transportation and centering ability were similar in all groups ($P > .05$). At 6 mm, TFC presented higher canal transportation toward furcal region than NA and NC ($P < .05$). After canal preparation, TFA promoted great dentinal excision, presenting higher canal volume than NA and NC ($P < .05$). Fatigue tests showed higher resistance under continuous than adaptive motion regardless system or tip/diameter of the instrument ($P < .05$).

Conclusions: Both systems can be used under adaptive or continuous rotation. However, the lifespan of the instruments was higher when used under continuous rotation. Canal transportation occurred when mesiobuccal root canals from maxillary molars were prepared until 35.04 instruments.

Keywords: Root canal transportation, root canal preparation, cyclic fatigue, continuous rotation, adaptive movement, micro-computed tomographic imaging.

Introduction

Canal preparation is one of the major steps in root canal treatment and it is directly related to subsequent disinfection and filling procedures. It must promote a uniform and continuous conical shape from cervical to apical portions, preserving the original canal curvature and the position of the apical foramen (1). These goals become much more challenging in curved canals (2). However, the use of rotary nickel-titanium (NiTi) instruments has enhanced the overall shaping quality and reduced the frequency of procedural errors such as ledges, zips, perforations, and canal transportation (3, 4).

The technological advances in Endodontics introduced into the market several NiTi instruments with different alloys (M-wire, R-phase and conventional NiTi) (5) used attached to electric motors in continuous rotation and most recently in reciprocating motion. Yared (6) was the first to propose the use of only one NiTi rotary instrument, the ProTaper F2 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), in clockwise (CW) and counterclockwise (CCW) movements to shape root canals. Few years later, reciprocating instruments called WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) and Reciproc (VDW, Munich, Germany) were developed with different kinematics, by cutting at CCW and performing debris release at clockwise (7,8).

The Twisted File Adaptive (SybronEndo, Orange, CA) system works in a combination of continuous rotation movements and reciprocating motion. The manufacturer aims to maximize the advantages of reciprocating movement while minimizing its disadvantages. He also claims that the design of these instruments increases flexibility and allows the file to adjust to intracanal torsional forces, depending on the amount of pressure placed on it (2). The adaptive motion combines a continuous rotation in a clockwise direction when the instrument is lightly stressed into the canal with reciprocation movement in cases where torsional stress increases (4). When reciprocating, the instruments develop cutting angles of 370° forward (CW) and 20° to 50° backwards (CCW) (9). Such kinematics enables the instrument to advance in the canal while cutting dentin (CW movement) and reduces the risk of instrument fracture by torsional stress (CCW movement). Moreover, TF Adaptive instruments have some specific features in order to optimize their strength and flexibility: R-phase heat treatment,

twisting of the metal, equilateral triangular cross-section and special surface conditioning(10).

The Navigator EVO system (Medin, Nové Město na Moravě, Czech Republic) consists in the new generation of the Wizard Navigator system (Medin) (11). According to the manufacturers, this system presents a triangular cross section and an inactive tip in order to assist the instrument trajectory along the root canal. The Navigator EVO instruments present great flexibility and fatigue resistance due to thermal treated NiTi (12). Lastly, according to the manufacturer, continuous rotation is the recommended kinematics for these instruments.

The success of root canal preparation with automated NiTi instruments is linked to their design, flexibility, superelasticity, kinematics and cyclic fatigue (12–16). Cyclic fatigue consists in repeated tension/compression cycles, due to rotation of the instrument within curved canals and may be an important factor in instrument fracture (17). Resistance of rotary instruments to cyclic fatigue is affected by the angle and radius of canal curvature and the size and taper of the instrument. Increased severity in the angle and radius of the curve around which the instrument rotates and increased instrument size decrease instrument life span (18). Cyclic fatigue tests have already been used to assess the behavior of TF Adaptive instruments at adaptive motion (15,19). Moreover, the cyclic fatigue of Navigator EVO instruments was not tested either at continuous rotation or at adaptive motion

This study was designed to assess, using micro-CT, the canal transportation, the centering ability, the volume of excised dentin promoted by TF Adaptive and Navigator EVO instruments at continuous and adaptive motion. Cyclic fatigue test was also performed to evaluate both systems used at the kinematics aforementioned. The null hypothesis tested was that there are no significant differences in canal transportation, centering ability, volume of excised dentin and cyclic fatigue between the NiTi systems regardless the kinematic employed.

Materials and Methods

Sample selection and initial micro-CT

This study was previously approved by ethical committee (CAAE: 3102221 4.6.0000.5347). Forty mesiobuccal roots of extracted maxillary superior molars were used. Only canals in which a glide path using a K-file #15 was possible were included in this study.

The working length (WL) was measured through visual method. A K-file #15 was inserted into the canals until the tip became visible on the apical foramen. Then, the WL was established as being 1mm shorter of this measure. The angle of curvature was determined using periapical radiography (19). Roots with similar angles of curvature (10 to 20°) were randomly distributed among the four groups according to the instrument and the kinematic employed: TFA – TF Adaptive instruments at adaptive motion (n=10); TFC - TF Adaptive instruments at continuous motion (n=10); NA - Navigator instruments at adaptive motion (n=10); and NC – Navigator instruments at continuous motion (n=10).

Each sample was initially scanned by micro-CT (SkyScan 1174v2; SkyScan, Kontich, Belgium). The scanning procedures were performed using the following parameters: 50 kV, 800 μ A, 28.24 μ A voxel size. Then, scans with 512 x 652 pixels were obtained with 0.7° interval of acquisition, resulting in a total of 360°. The sequences of scans were reconstructed using the software NRecon v.1.6.3 (Bruker-microCT, Kontich, Belgium).

Root canal preparation and irrigation procedures

Root canal preparation in all groups was performed by using Elements Motor (SybronEndo, Orange, CA, USA). In TF Adaptive groups, cervical preparation was performed with K3 system (25.08)(SybronEndo), followed by Small files sequence from Twisted Files Adaptive system. In Navigator EVO groups, cervical preparation was performed with W-XN 25.07 files (Medin, Nové Městona Moravě, Czech Republic), followed by a sequence which is recommended by the manufacturer (Table 1).

Two kinematics were employed in this study: continuous motion – speed of 300 rpm and torque of 2.0 N/cm; and adaptive motion – it combined a continuous rotation in a clockwise direction, with speed of 440 rpm and torque of 2.0 N/cm, when the

instrument is lightly stressed into the canal with reciprocation movement in cases where torsional stress increases. When reciprocating, the instruments developed cutting angles of 370° forward (CW) and 20° to 50° backwards (CCW). Speed and torque were set according to manufacturer specifications.

During canal preparation, the canals were irrigated with 2mL of 2.5% sodium hypochlorite (NaOCl) after each instrument change. The irrigant was delivered into the canals by using a 5 mL silicon syringe (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, USA) and Endo-Eze tips (Ultradent Products Inc.) placed 3 mm shorter than the WL.

Canal transportation, centering ability and canal volume

After canal preparation, the roots were scanned once again using the same sets described in the first analysis. Canal transportation and centering ability were assessed using the CT Analyzer software (Skyscan; Kontich, Belgium) at three root levels 3, 6 and 9 mm from the apex. One calibrated evaluator measured all values (ICC = 0.88). Both outcomes were determined by measuring the shortest distance from the edge of the canal to the periphery of the root (i.e. mesial and distal) pre- and post- canal preparation (20).

The following formulas were used for calculating canal transportation and centering ability: $[(m_1 - m_2) - (d_1 - d_2)]$ and $(m_1 - m_2) / (d_1 - d_2)$ or $(d_1 - d_2) / (m_1 - m_2)$, respectively. Where, m_1 and m_2 are the shortest distance from the mesial edge of the root to the mesial edge of the pre- and post-prepared canal, respectively; and d_1 and d_2 are the shortest distance from the distal edge of the root to the distal edge of the pre and post-prepared canal, respectively. A result other than 0 indicates canal transportation and a result equal to 1 indicates perfect centering (20).

In the canal volume assessment, the CT Analyzer software (Skyscan; Kontich, Belgium) was used to compare the canal volume before and after preparation. Canal volume was calculated by subtracting the total volume of the prepared canal from the total volume of the canal previously to preparation to obtain the volume of dentin removed (in mm³). The pre- and post-preparation scans were evaluated at 1.0 mm below the furcation level until 1.0 mm above the apical foramen. Canal volume was measured for each root third and for the whole canal (180 scans for each specimen). The values

were obtained in mm³ and were later transformed into a percentage for pre- and post-instrumentation comparison.

Cyclic fatigue

The cyclic fatigue test was performed using a custom-made device which allowed a reproducible simulation of an instrument confined in a curved canal. An artificial canal was manufactured by reproducing the instrument size and taper, thus providing the instrument with a suitable trajectory with a 60° angle of curvature and a 5 mm radius of curvature. The curvature of the stainless-steel artificial canal was fitted onto a guide cylinder made of the same material (angle of curvature, 60°; radius, 5 mm). The arch had a 1-mm-deep groove located 5 mm from the top, to match the height of the counter-angle. The groove served as a guide path for the instrument, which remained curved and free to rotate between the cylinder and external arch.

Ten instruments of each brand were activated by using a 6:1 reduction handpiece powered by a torque-controlled motor (Elements Motor) using the preset programs "CUSTOM MODE" and "TF ADAPTIVE" to activate the TFA 25.06 and 35.04 and Navigator 25.06 and 35.04 instruments. The "CUSTOM MODE" was used with 300 rpm and torque of 2 N/cm and the "TF ADAPTIVE" as the manufacturer's instructions. To reduce friction between the instrument and the metal (canal walls), a high flow synthetic oil was sprayed into the simulated canal (Super Oil, Singer Co Ltd, Elizabethport, NJ, USA). The time to fracture was recorded in seconds with a chronometer to an accuracy of 0.1 seconds. During this step, a video recording was performed simultaneously, and the recordings were analyzed to ensure the accurate time of instruments fracture.

Statistical analysis

Data analysis was performed by using SPSS 17.0 software (IBM, Nova York, USA). Shapiro–Wilk normality test indicated normal distribution only for centering ability data. Thus, Kruskal-Wallis and Dunn tests were performed to compare the canal transportation and volume. Centering ability was assessed using ANOVA 1-factor and

Tukey. Finally, Student T test was used to analyze cyclic fatigue. The significance level was set at 5%.

Results

Canal transportation was observed toward distal region at 3mm. However, at 6 mm and 9 mm it occurred toward the opposite side. At 3 mm and 9 mm, the canal transportation was similar in all groups ($P > .05$). But at 6 mm, TFC presented higher transportation toward distal wall of the canal than the other groups ($P < .05$) (Fig. 1 e 2). Centering ability occurred in all groups, but it was similar regardless of the rotary system, the kinematic and the canal third ($P > .05$) (Table 2).

The overall canal volume in TFA group was higher than NA and NC ($P < .05$). TFC presented intermediary values. At 6 mm, NA presented the highest canal volume ($P < .05$), but at 3mm and 9 mm, the volume was similar for all groups ($P > .05$).

Higher number of cycles was observed after fatigue cyclic test when continuous motion was employed in comparison with adaptive movement ($P < .05$). The brand of the rotary system and taper/diameter of the instrument were not determinant for this outcome ($P > .05$) (Table 3).

Discussion

The null hypothesis was accepted for the centering ability test, and rejected for the canal transportation, volume and cyclic fatigue tests.

Looking for improvements in root canal preparation new NiTi systems have been marketed. This study assessed two **rotary** systems: Twisted File Adaptive instruments, which works with a specific reciprocating kinematics and Navigator EVO instruments which is used with continuous rotary movement. Adaptive movement is a kinematics which aims to provide better security during canal preparation by decreasing risks of instruments fracture and little canal transportation. Therefore, an experimental design was developed to investigate these characteristics for both systems

Mesiobuccal roots of maxillary molars were used because their anatomical features which might challenge the canal preparation due to the high incidence of canal flattening in the mesiodistal direction and canal curvatures(22). Micro-CT is considered the gold standard method to assess shaping ability of endodontic instruments since it is a non-invasive technique which allows analysis before and after preparation. In addition, it also allows images reconstruction in 2D and 3D(23–26).

TF Adaptive and Navigator EVO instruments work with different kinematics. When different kinematics are evaluated, literature has reported better results when continuous rotary movement is employed (4,27,28). This study did not show differences regarding to canal transportation and centering ability at 3 mm from the apex between TF Adaptive and Navigator EVO, irrespective of the kinematic employed ($P > .05$). On the other hand, TFC presented higher canal transportation toward distal wall of the canal at 6 mm ($P < .05$). This finding assumes particular importance once the distal wall of mesiobuccal roots has thin dentin thickness. Thus, wide wearing in this region must lead to root weakening or even perforation. Other studies confirm this finding because found low prevalence of canal transportation when TF Adaptive system was used in adaptive motion (4,5,27,28). Silva et al. (28) found good centering ability and little canal transportation promoted by TF Adaptive and ProTaper Next at adaptive and continuous motion, respectively.

It must be highlighted that previous studies used up to 25.06 instruments for canal preparation at adaptive or continuous motion (27,28). In this study, the root canals were prepared up to 35.04 instruments and even so little canal transportation and good centering ability was observed. Pérez et al. (29) observed significant reduction of unprepared areas when using 35.04 or 40.04 instruments. Navigator EVO is new rotary system and there are no data in the current literature regarding the outcomes evaluated in this study. However, Navigator EVO showed promising behavior based in of the results this study. Such results may be attributed to its good flexibility promoted by the thermal pretreatment of the NiTi alloy and the triangular cross section. According to manufacturer, these features contribute to the increasing of the instrument fatigue cyclic resistance.

The canal volume was higher when TF Adaptive instruments were used at adaptive motion in comparison with NA and NC ($P < .05$). Such results can be

explained due the different aspects involving the cross sections of the instruments, metallurgical properties and kinematic employed. Pedullà et al. (27) found higher volume canals after preparation with TF Adaptive instruments at adaptive than at continuous motion. On the other hand, the findings of the present study showed that TFA and TFC were similar regarding canal volume ($P > .05$). The difference between both studies possibly occurred because the different loads applied to TF instruments. Moderate curvatures (10 to 20 degrees) like those used in this study transfer less load to the instruments than severe curvatures (25 to 35 degrees) (27)

Few studies have evaluated cyclic fatigue of TF Adaptive and compared it to other reciprocating or continuous instruments. Moreover, there is no study which assessed the cyclic fatigue of Navigator EVO system. In this study, TF and Navigator EVO 25.06 and 35.04 instruments at continuous rotary motion presented higher resistance to cyclic fatigue than at adaptive motion ($P < .05$). A plausible explanation for this finding may be the slower speed of rotation during continuous (300 rpm) in comparison to adaptive motion (440 rpm) which may generate little stress to the instrument during preparation.

Under the conditions of the current study, both systems can be used at adaptive and continuous rotation. However; the lifespan of the instruments was higher when used under continuous rotation. Good centering ability and little canal transportation occurred when mesiobuccal root canals from maxillary molars were prepared until 35.04 instruments.

Tables

Table 1 – Sequence of TF Adaptive and Navigator EVO instruments used for canal preparation.

| TF Adaptive | Navigator EVO |
|------------------------|------------------------|
| # 25.08 cervical third | # 25.07 cervical third |
| # 20.04 in the WL | # 10.04 in the WL |
| # 25.06 in the WL | # 15.05 in the WL |
| # 35.04 in the WL | # 20.06 in the WL |
| | # 25.06 in the WL |
| | # 35.04 in the WL |

Table 2 – Canal transportation (median, minimal and maximal values), centering ability (mean \pm standard deviation) and canal volume (median, minimal and maximal values) after canal preparation with TF Adaptive and Navigator EVO instruments at different motions.

| | | TFA | TFC | NA | NC |
|-----------------------------|---------|---|---|---|---|
| Canal Transportation | 3 mm | 0,017 (- 0.027 – 0.067) | 0,029 (- 0.133 – 0.512) | 0,060 (- 0.014 – 0.012) | 0,050 (0.030 – 0.160) |
| Canal Transportation | 6 mm | 0.020 ^A (- 0.051 – 0.114) | - 0.092 ^B (- 0.154 – 0.059) | - 0.003 ^A (- 0.093 – 0.090) | - 0,027 ^A (- 0.111 – 0.065) |
| Canal Transportation | 9 mm | - 0.071 (- 0.266 – 0.016) | - 0.025 (- 0.152 – 0.073) | - 0.111 (- 0.377 – 0.041) | - 0.063 (- 0.170 – 0.039) |
| Centering Ability | 3 mm | 0.868 (\pm 0,248) | 0.813 (\pm 0,259) | 0.595 (\pm 0,173) | 0.627 (\pm 0.284) |
| Centering Ability | 6 mm | 0.645 (\pm 0.268) | 0.448 (\pm 0.212) | 0.815 (\pm 0.365) | 0.704 (\pm 0.359) |
| Centering Ability | 9 mm | 0.543 (\pm 0.311) | 0.640 (\pm 0.163) | 0.461 (\pm 0.225) | 0.576 (\pm 0.238) |
| Canal Volume | 3 mm | 289.1 (209.5 – 393.2) | 253.2 (232.6 – 305.1) | 278.8 (54.6 – 426.5) | 308.2 (218.8 – 362.8) |
| Canal Volume | 6 mm | 150 ^A (140.7 – 204.7) | 142.7 ^A (112.6 – 261.0) | 296.3 ^B (131.1 – 368.9) | 134.5 ^A (119.4 – 149.1) |
| Canal Volume | 9 mm | 136.1 (63.9 – 121.8) | 136.4 (119.9 – 163.7) | 209.5 (113.6 – 342.4) | 134.9 (110.6 – 165.9) |
| Canal Volume | Overall | 227.7 ^A (192.7 – 274.6) | 196.7 ^{AB} (154.9 – 267.0) | 166.3 ^B (129.1 – 201.4) | 178.6 ^B (166.3 – 210.4) |

Footnote: Different letters in the line denotes significant differences after Kruskal-Wallis and Dunn tests (canal transportation and volume) and after ANOVA 1-factor and Tukey (centering ability) ($P < .05$).

Table 3 – Mean and standard deviation of time, in seconds, to fracture during cyclic fatigue test.

| | 25.06 NavigatorEVO | 35.04 Navigator EVO | 25.06 TFAdaptive | 35.04 TFAdaptive |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Adaptive Motion | 65.7 ^A (± 11.5) | 126.0 ^A (± 12.9) | 92.1 ^A (± 8.5) | 145.4 ^A (± 10.5) |
| Continuous Motion | 83.0 ^B (± 15.3) | 144.2 ^B (± 8.9) | 155.9 ^B (± 11.0) | 175.0 ^B (± 6.1) |

Footnote: Different letters in the column denote significant differences ($P < .05$) after Student T test.

Figures

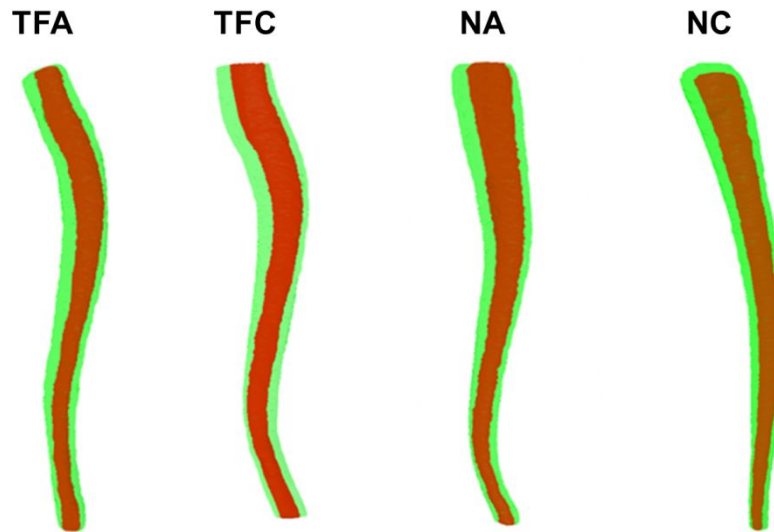


Figure 1 – Representative illustration of the internal anatomy of mesiobuccal canals from maxillary molars. Red and green colors represent root canals before and after preparation, respectively. TFA – Twisted File Adaptive instruments used at adaptive motion; TFC – Twisted File Adaptive instruments used at continuous rotary motion; NA – Navigator EVO instruments used at adaptive motion and NC – Navigator EVO instruments used at continuous rotary motion.

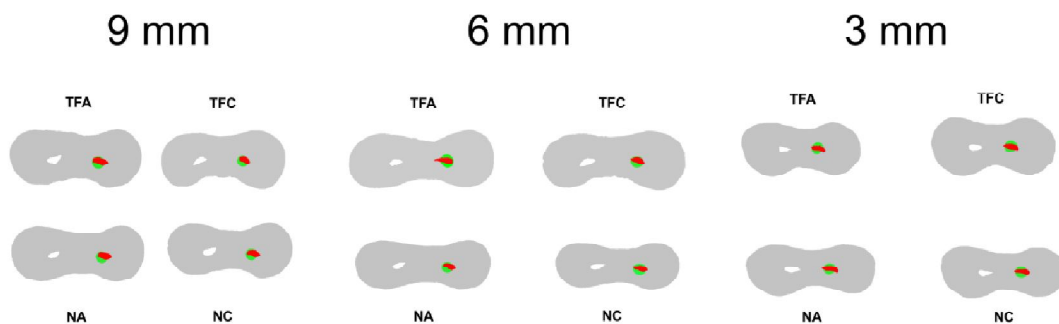


Figure 2 – Representative illustration of cross sections of the superimposed root canal systems before (red) and after (green) preparation at 9 mm, 6 mm and 3 mm from the apical end of the root. TFA – Twisted File Adaptive instruments used at adaptive motion; TFC – Twisted File Adaptive instruments used at continuous rotary motion; NA – Navigator EVO instruments used at adaptive motion and NC – Navigator EVO instruments used at continuous rotary motion.

References

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974;18:269–96.
2. Gergi R, Arbab-Chirani R, Osta N, Naaman A. Micro–Computed Tomographic Evaluation of Canal Transportation Instrumented by Different Kinematics Rotary Nickel-Titanium Instruments. *J Endod* 2014;40:1223–7.
3. Gergi R, Rjeily JA, Sader J, Naaman A. Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, Pathfile-ProTaper system, and stainless steel hand K-files by using computed tomography. *J Endod* 2010;36:904–7.
4. Silva EJNL, Tameirão MDN, Belladonna FG, Neves AA, Souza EM, De-Deus G. Quantitative Transportation Assessment in Simulated Curved Canals Prepared with an Adaptive Movement System. *J Endod* 2015;41:1125–9.
5. Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas ET. Comparative Study of Different Novel Nickel-Titanium Rotary Systems for Root Canal Preparation in Severely Curved Root Canals. *J Endod* 2014;40:852–6.
6. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J* 2008;41:339–44.
7. Giuliani V, Di Nasso L, Pace R, Pagavino G. Shaping Ability of WaveOne Primary Reciprocating Files and ProTaper System Used in Continuous and Reciprocating Motion. *J Endod* 2014;40:1468–71.
8. Espir CG, Nascimento-Mendes CA, Guerreiro-Tanomaru JM, Freire LG, Gavini G, Tanomaru-Filho M. Counterclockwise or clockwise reciprocating motion for oval root canal preparation: a micro-CT analysis. *Int Endod J* 2017 [Epub ahead of print].
9. Karataş E, Arslan H, Kırıcı DÖ, Alsancak M, Çapar ID. Quantitative evaluation of apically extruded debris with Twisted File Adaptive instruments in straight root canals: reciprocation with different angles, adaptive motion and continuous rotation. *Int Endod J* 2016;49:382–5.
10. Gambarini G, Gergi R, Naaman A, Osta N, Al Sudani D. Cyclic fatigue analysis of twisted file rotary NiTi instruments used in reciprocating motion. *Int Endod J* 2012;45:802–6.
11. Jardine A P, Rosa R A, Santini M F, Zaccara I M, Só M V R Kopper P M P. Shaping ability of rotary or reciprocating instruments in curved canals a micro-computed tomographic study. *Braz. Oral Res.* 2016;30;1;Epub.
12. Jodway B, Hülsmann M. A comparative study of root canal preparation with NiTi-TEE and K3 rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 2006;39:71–80.

13. Kim H-C, Yum J, Hur B, Cheung GS-P. Cyclic Fatigue and Fracture Characteristics of Ground and Twisted Nickel-Titanium Rotary Files. *J Endod* 2010;36:147–52.
14. Stewart JT, Lafkowitz S, Appelbaum K, Hartwell G. Distortion and Breakage of Liberator, EndoSequence, and ProFile Systems in Severely Curved Roots of Molars. *J Endod* 2010;36:729–31.
15. Gambarini G, Plotino G, Piasecki L, Al-Sudani D, Testarelli L, Sannino G. Deformations and cyclic fatigue resistance of nickel-titanium instruments inside a sequence. *Ann Stomatol* 2015;6:6–9.
16. Higuera O, Plotino G, Tocci L, Carrillo G, Gambarini G, Jaramillo DE. Cyclic Fatigue Resistance of 3 Different Nickel-Titanium Reciprocating Instruments in Artificial Canals. *J Endod* 2015;41:913–5.
17. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23:77–85.
18. Haïkel Y, Serfaty R, Bateman G, Senger B, Allemann C. Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1999;25:434–40.
19. Higuera O, Plotino G, Tocci L, Carrillo G, Gambarini G, Jaramillo DE. Cyclic Fatigue Resistance of 3 Different Nickel-Titanium Reciprocating Instruments in Artificial Canals. *J Endod* 2015;41:913–5.
20. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971;32:271–5.
21. 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.
22. Weine FS, Healey HJ, Gerstein H, Evanson L. Canal Configuration in the Mesio Buccal Root of the Maxillary First Molar and Its Endodontic Significance. *J Endod* 2012;38:1305–8.
23. Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod J* 1999;32:165–70.
24. Yang G, Yuan G, Yun X, Zhou X, Liu B, Wu H. Effects of Two Nickel-Titanium Instrument Systems, Mtwo versus ProTaper Universal, on Root Canal Geometry Assessed by Micro-Computed Tomography. *J Endod* 2011;37:1412–6.
25. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Versiani MA, Moldauer BI, Topham G, Gutmann JL, et al. Comparative accuracy of the Clearing Technique, CBCT and Micro-CT methods in studying the mesial root canal configuration of mandibular first molars. *Int Endod J* 2017;50:90–6.

26. Marceliano-Alves MFV, Sousa-Neto MD, Fidel SR, Steier L, Robinson JP, Pécora JD, et al. Shaping ability of single-file reciprocating and heat-treated multifile rotary systems: a micro-CT study. *Int Endod J* 2015;48:1129–36.
27. Pedullà E, Plotino G, Grande NM, Avarotti G, Gambarini G, Rapisarda E, et al. Shaping ability of two nickel–titanium instruments activated by continuous rotation or adaptive motion: a micro-computed tomography study. *Clin Oral Investig* 2016;20:2227–33.
28. Silva EJNL, Pacheco PT, Pires F, Belladonna FG, De-Deus G. Microcomputed tomographic evaluation of canal transportation and centring ability of ProTaper Next and Twisted File Adaptive systems. *Int Endod J* 2017;50:694–9.
29. Pérez AR, Alves FRF, Marceliano-Alves MF, Provenzano JC, Gonçalves LS, Neves AA, Siqueira Jr JF. Effects of increased apical enlargement on the amount of unprepared areas and coronal dentine removal: a micro-computed tomography study. *Int Endod J* 2017 ; [Epub ahead of print]

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscando diminuir a ocorrência de acidentes durante o preparo do canal radicular, novos instrumentos vem sendo desenvolvidos e lançados no mercado, com diferentes ligas metálicas, tamanhos, conicidades, formatos de secção transversal, número de instrumentos e cinemática empregada.

Apesar de facilitar o preparo, os primeiros sistemas rotatórios de NiTi tinham resultados pouco satisfatórios em casos de canais curvos ou atrésicos, apresentando altos índices de fratura de instrumento, transporte da trajetória do canal radicular, formação de degraus e de zip apical.

As primeiras modificações feitas nos instrumentos mostraram a preocupação com a ocorrência desses acidentes. Assim, os instrumentos passaram, em sua maioria, a ter pontas inativas diminuindo o risco de formação de degraus e perfurações. Na segunda geração de instrumentos teve início uma importante transformação, o tratamento eletroquímico de superfície das limas. Além disso, o formato de secção transversal foi sendo modificado, buscando melhorar a capacidade de corte dos instrumentos e diminuir a ocorrência de fraturas. Apesar destas modificações, os estudos não mostram grandes melhorias em relação à qualidade do preparo e à resistência à fratura, em comparação com os instrumentos da primeira geração.

Com o advento dos tratamentos térmico-mecânicos nas ligas NiTi dos instrumentos endodônticos, ocorreu uma grande evolução na resistência à fratura e na flexibilidade das limas. Desde os primeiros tratamentos como Fase-R (SybronEndo), M-Wire (Dentsply), CM (Coltene), até os mais novos tratamentos como Gold (Dentsply) e Blue (VDW). Com a evolução destes tratamentos térmicos, foi possível diminuir o número de instrumentos necessários para o preparo do canal radicular em função das melhorias nas qualidades mecânicas.

Sugerido em 2008, o movimento recíprocante foi introduzido buscando dar maior resistência à fadiga cíclica e diminuir o tempo de trabalho durante o tratamento endodôntico. Inicialmente compostos de liga M-Wire, os instrumentos recíprocantes de NiTi também sofreram modificações no

tratamento térmico de suas ligas, sendo lançados, posteriormente, sistemas com tratamentos Gold e Blue.

Diferentemente de sistemas como WaveOne e Reciproc, o sistema TF Adaptive utiliza uma combinação de movimento rotatório com movimento reciprocante, porém, com ação de corte no sentido horário e liberação no sentido anti-horário, enquanto seus predecessores realizavam o corte no sentido anti-horário e liberação no sentido horário. Essa combinação busca facilitar o avanço do instrumento ao longo do canal, utilizando as vantagens de ambas cinemáticas, diminuindo o stress no instrumento durante o preparo, uma vez que, havendo interferência no canal ou uma região de maior estreitamento, o movimento passa, automaticamente, de rotação contínua para reciprocante até que a dificuldade seja ultrapassada.

Estudos recentes mostraram melhores resultados mecânicos e de preparo no sistema TF Adaptive em comparação a sistemas reciprocantes, como Reciproc e WaveOne, e sistemas rotatórios como Mtwo. Esses resultados são promissores em relação a esta nova cinemática combinada, tornando o preparo mais seguro para casos de curvaturas ou canais atrésicos. Resta saber se os resultados deste sistema se explicam somente pela sua cinemática particular, ou também por suas características de secção transversal, de conicidade, de tamanho de ponta dos instrumentos ou de tratamento térmico.

É inegável a evolução dos instrumentos endodônticos desde a liga de NiTi até questões ligadas à secção transversal, distribuição das lâminas de corte na porção ativa e cinemáticas empregadas, tornando assim, o tratamento endodôntico mais seguro, rápido e confortável tanto para o cirurgião-dentista, quanto para o paciente.

5 CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos por este estudo, é lícito concluir que ambos sistemas podem ser utilizados, tanto em rotação contínua, quanto no movimento Adaptive, entretanto, a durabilidade dos instrumentos foi maior, quando utilizados em rotação contínua. Mesmo com o preparo de raízes méso-vestibulares, até 35.05, foram verificados bons índices de centralização de preparo e de desvio da trajetória original do canal.

REFERÊNCIAS

- ABOU-RASS M.; FRANK A. L.; GLICK D. H. **The anticurvature filing method to prepare the curved root canal.** *J. Am. Dent. Ass.* 1980, v. 101, n. 5, p. 792-4.
- ADIGUZEL M.; CAPAR I. D. Comparison of cyclic fatigue resistance of WaveOne and WaveOne Gold small, primary, and large instruments. *J. Endod.* 2017, v. 43, n. 4, p. 623-27.
- ANKRUM M. T.; HARTWELL G. R.; TRUITT J. E. K3 Endo, ProTaper, and Profile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. *J. Endod.* 2004, v. 30, n. 4, p. 234-7.
- ARIAS A.; SINGH R.; PETERS O. A. Torque and force induced by ProTaper universal and ProTaper next during shaping of large and small root canals in extracted teeth. *J. Endod.* 2014, v. 40, n. 7, p. 973-6.
- BHAGABATI N.; YADAV S.; TALWAR S. An in vitro cyclic fatigue analysis of different endodontic nickel-titanium rotary instruments. *J. Endod.* 2012, v. 38, n. 4, p. 515-8.
- BÜRKLEIN, S.; BENTEN S.; SCHÄFER E. Shaping ability of different single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int. Endod. J.* 2012, v. 46, n. 6, p. 590-7.
- BÜRKLEIN S.; HINSCHITZA 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.* 2011, v. 45, n. 5, p. 449-61.
- CASTELLÓ-ESCRIVÁ R.; ALEGRE-DOMINGO T.; FAUS-MATOSES V.; ROMÁN-RICHÓN S.; FAUS-LLÁCER V. J. In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of ProTaper, WaveOne, and Twisted Files. *J. Endod.* 2012, v. 38, n. 11, p. 1521-4.
- DE-DEUS G.; SILVA E. J. N. L.; VIEIRA V. T. L.; BELLADONNA F. G.; ELIAS C. N.; PLOTINO G.; GRANDE N. M. Blue thermomechanical treatment optimizes fatigue resistance and flexibility of the Reciproc Files. *J. Endod.* 2017, v. 43, n. 3, p. 462-6.
- DUQUE J. A.; VIVAN R. R.; CAVENAGO B. C.; AMOROSO-SILVA P. A.; BERNARDES R. A.; VASCONCELOS B. C.; DUARTE M. A. Influence of NiTi alloy on the root canal shaping capabilities of the ProTaper universal and ProTaper gold rotary instrument systems. *J. Appl. Oral Sci.* 2017, v. 25, n. 1, p. 27-33.
- ELNAGHY A. M.; ELSAKA S. E. Torsional resistance of XP-endo Shaper at body temperature compared with several nickel-titanium rotary instruments. *Int. Endod. J.* 2017, Early view.
- ELSAKA S. E.; ELNAGHY A. M.; BADR A. E. Torsional and bending resistance of WaveOne Gold, Reciproc and Twisted File Adaptive instruments. *Int. Endod. J.* 2017, v. 50, n. 11, p. 1077-83.

ESPIR C. G., NASCIMENTO-MENDES C. A., GUERREIRO-TANOMARU J. M., FREIRE L. G., GAVINI G., TANOMARU-FILHO M. Counterclockwise or clockwise reciprocating motion for oval root canal preparation: a micro-CT analysis. **Int. Endod. J.** 2017 [Epubaheadofprint].

FLORES D. S. H.; GONZÁLEZ M. V. M. Instrumentação não convencional de canais radiculares / sistema rotatório: K3 Endo. In: LEONARDO M. R.; LEONARDO R. T. **Tratamento de canais radiculares : avanços tecnológicos de uma endodontia minimamente invasiva e reparadora.** São Paulo: ArtesMédicas, 2012. p. 301-314.

GAGLIARDI J.; VERSIANI M. A.; de SOUSA-NETO M. D., PLAZAS-GARZON A., BASRANI B. Evaluation of the shaping characteristics of protaper gold, protaper next, and protaper universal in curved canals. **J. Endod.** 2015, v. 41, n. 10, p. 1718-24.

GAMBARINI G.; PLOTINO G.; PIASECKI L. AL-SUDANI D.; TESTARELLI L.; SANNINO G. Deformations and cyclic fatigue resistance of nickel-titanium instruments inside a sequence. **Ann. Stomatol.** 2015, v. 6, p. 6-9.

GAMBARINI G.; PONGIONE G.; RIZZO F.; TESTARELLI L.; CAVALLERI G.; GEROSA R. Bending properties of nickel-titanium instruments: a comparative study. **Minerva Stomatol.** 2008, v. 57, n. 9, p. 393-8.

GARCIA M.; DURAN-SINDREU F.; MERCADÉ M.; BUENO R.; ROIG M.A comparison of apical transportation between Profile and RaCe rotary instruments. **J. Endod.** 2012, v. 38, n. 7, p. 990-2.

GERGI R.; ARBAB-CHIRANI R.; OSTA N.; NAAMAN A. Micro-computed tomographic evaluation of canal transportation instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium instruments. **J. Endod.** 2014, v. 40, n. 8, p. 1223-7.

GERGI R.; OSTA N.; BOURBOUZE G.; ZGHEIB C.; ARBAB-CHIRANI; NAAMAN A. Effects of three nickel titanium instrument systems on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. **Int. Endod. J.** 2015, v. 48, n. 2, p. 162-70.

GERGI R.; RJEILY J. A.; SADER J.; NAAMAN A. Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, Pathfile-Protaper system, and stainless steel hand K-files by using computed tomography. **J. Endod.** 2010, v. 36, n. 5, p. 904-7.

GIULIANI V., DI NASSO L., PACE R., PAGAVINO G. Shaping ability of waveone primary reciprocating files and ProTaper system used in continuous and reciprocating motion. **J. Endod.** 2014, v. 40, n. 9, p. 1468-71

GÜNDOGAR M., ÖZYÜREK T. Cyclic fatigue resistance of OneShape, Hyflex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue nickel-titanium instruments. **J. Endod.** 2017, v. 43, n. 7, p. 1192-6.

HA J. H.; KIM S. K.; COHENCA N.; KIM H. C. Effect of R-phase heat treatment on torsional resistance and cyclic fatigue fracture. **J. Endod.** 2013, v. 39, n. 3, p. 389-93.

HAAPASALO M.; SHEN Y.; QIAN W.; GAO Y. Irrigation in endodontics. **Dent clin North Am.** 2010, v. 54, n. 2, p. 291-312.

HAÏKEL Y.; SERFATY R.; BATEMAN G.; SENGER B.; ALLEMANN C. Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. **J. Endod.** 1999, v. 25, p. 434-40.

HIGUERA O.; PLOTINO G.; TOCCI L.; CARRILLO G.; GAMBARINI G.; JARAMILLO D. E. Cyclic fatigue resistance of 3 different nickel-titanium reciprocating instruments in artificial canals. **J. Endod.** 2015, v. 41, p. 913-5.

HÜLSMANN M.; PETERS O. A.; DUMMER P. M. H. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. **Endodontic Topics.** 2005v.10, p.30-76

HUSSNE R. P.; CÂMARA A. S. Instrumentação não convencional de canais radiculares / sistema oscilatório WaveOne. In: LEONARDO M. R.; LEONARDO R. T. **Tratamento de canais radiculares : avanços tecnológicos de uma endodontia minimamente invasiva e reparadora.** São Paulo: Artes Médicas, 2012. p. 189-206.

IACONO F.; PIRANI C.; GENERALI L.; BOLELLI G.; SASSATELLI P.; LUSVARGHI L.; GANDOLFI M. G.; GIORGINI L.; PRATI C. Structural analysis of Hyflex EDM instruments. **Int. Endod. J.** 2017, v. 50, n. 3, p. 303-13.

IQBAL M. K.; FIRIC S., TULCAN J., KARABUCAK B., KIM S. Comparison of apical transportation between ProFile and ProTaperNiTi rotary instruments. **Int. Endod. J.** 2004, v. 37, n. 6, p. 359-64.

JAIN D.; MEDHA A.; PATIL N.; KADAM N.; YADAV V.; JAGADALE H. Shaping ability of the fifth generation ni-ti rotary systems for root canal preparation in curved root canals using cone-beam computed tomographic: an in vitro study. **J. Int. Oral Health.** 2015, v. 7, n. 1, p. 57-61.

JARDINE A. P.; ROSA R. A.; SANTINI M. F.; ZACCARA I. M.; SÓ M. V. R.; KOPPER P. M. P. Shaping ability of rotary or reciprocating instruments in curved canals a micro-computed tomographic study. **Braz. Oral Res.** 2016, v. 30, n. 1, Epub.

JODWAY B.; HÜLSMANN M. A comparative study of root canal preparation with NiTi-TEE and K3 rotary Ni-Ti instruments. **Int. Endod. J.** 2006, v. 39, n. 1, p. 71-80.

KARATAS E.; ARSLAN H.; KIRICI D. O.; ALSANCAK M.; ÇAPAR I. D. Quantitative evaluation of apically extruded debris with Twisted File Adaptive instruments in straight root canals: reciprocation with different angles, adaptive motion and continuous rotation. **Int. Endod. J.** 2016, v. 49, n. 4, p. 382-5.

KESKIN C., INAN U., DEMIRAL M., KELES A. Cyclic fatigue resistance of Reciproc Blue, Reciproc, and WaveOne Gold Reciprocating instruments. **J. Endod.**2017, v. 43, n. 8, p. 1360-63.

KIM H. C.; YUM J.; HUR B.; CHEUNG G. S. Cyclic fatigue and fracture characteristics of ground and twisted nickel-titanium rotary files. **J. Endod.**2010, v. 36, n. 1, p. 147-52.

KOSA D. A.; MARSHALL G.; BAUMGARTNER J. C. An analysis of canal centering using mechanical instrumentation techniques. **J. Endod.**1999, v. 25, n. 6, p. 441-5.

KUMAR B. S.; PATTANSHETTY S.; PRASAD M.; SONI S.; PATTANSHETTY K. S.; PRASAD S. **J. Int. Oral Health**2013, v. 5, n. 5, p. 108-15.

LACERDA M. F. L. S.; MARCELIANO-ALVES M. F.; PÉREZ A. R.; PROVENZANO J. C.; NEVES M. A. S.; PIRES F. R.; GONÇALVES L. S.; RÔÇAS I. N.; SIQUEIRA JR J. F. Cleaning and shaping oval canals with 3 instrumentation systems: a correlative micro-computed tomographic and histologic study. **J. Endod.**2017, Earlyview.

LEONARDO M. R., Instrumentação não convencional de canais radiculares / sistema rotatório: Profile .04/.06. In: LEONARDO M. R.; LEONARDO R. T. **Tratamento de canais radiculares : avanços tecnológicos de uma endodontia minimamente invasiva e reparadora**. São Paulo: ArtesMédicas, 2012. p. 225-232.

MADHUSUDHANA K.; MATHEW V. B.; REDDY N. M. Apical extrusion of debris and irrigants using hand and three rotary instrumentation systems – an in vitro study. **Contemp. Clin. Dent.**2010, v. 1, n. 4, p. 234-6.

OZYUREK T. Cyclic fatigue resistance of reciproc, waveone and waveone gold nickel-titanium instruments. **J. Endod.**2016, v. 42, n. 10, p. 1536-39.

PAQUÉ F.; MUSCH U.; HÜLSMANN M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments. **Int. Endod.J.**2005, v. 38, n. 1, p. 8-16.

PEDULLÀ E.; GRANDE N. M.; PLOTINO G.; GAMBARINI G.; RAPISARDA E. Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. **J. Endod.**2013, v. 39, n. 2, p. 258-61.

PEDULLÀ E.; PLOTINO G.; GRANDE M. N.; AVAROTTI G.; GAMBARINI G.; RAPISARDA E.; MANNOCCI F. Shaping ability of two nickel-titanium instruments activated by continuous rotation or adaptive motion: a micro-computed tomography study. **Clin. Oral Investig**, 2016, v. 20, n. 8, p. 2227-2233.

PENG C.; HUI W.; WANG L.; XIN H.; DENG S.; LI C.; ZHANG L. Cyclic fatigue resistance of two nickel-titanium instruments in different curving angles: a comparative study. **Braz. Oral Res.**2015, v. 29, n. 1, Epub.

PÉREZ-HIGUERAS J. J.; ARIAS A.; DE LA MARROCA J. C. Cyclic fatigue resistance of K3, K3XF, and twisted file nickel-titanium files under continuous rotation or reciprocating motion. **J. Endod.**2013, v. 39, n. 12, p. 1585-8.

PIRANI C.; IACONO F.; GENERALI L.; SASSATELLI P.; NUCCI C.; LUSVARGHI L.; GANDOLFI L.; PRATI C. Hyflex EDM: superficial features, metallurgical analysis and fatigue resistance of innovative electro discharge machined NiTi rotary instruments. **Int. Endod. J.**2016, v. 49, n. 5, p. 483-93.

PLOTINO G.; GRANDE N. M.; MELO B. C.; BAHIA M. G.; TESTARELLI L.; GAMBARINI G. Cyclic fatigue of NiTi Rotary instruments in a simulated apical abrupt curvature. **Int. Endod. J.**2010, v. 43, n. 3, p. 226-30.

PLOTINO G.; GRANDE N. M.; TESTARELLI L.; GAMBARINI G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. **Int. Endod. J.**2012, v. 45, n. 7, p. 614-18.

PRASANTHI N. N.; RAMBABU T.; SAJJAN G. S.; VARMA K. M.; SATISH R. K.; PADMAJA M. A comparative evaluation of the increase in root canal surface area and canal transportation in curved root canals by three rotary systems: a cone-beam computed tomographic study. **J. Conserv.**2016, v. 19, n. 5, p. 434-9.

PRUETT J. P.; CLEMENT D. J.; CARNES D. L. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. **J. Endod.** 1997, v. 23, p. 77-85.

PUENTES C. G.; JAIME A.; VERSIANI M. Evolução dos instrumentos endodônticos: das limas manuais ao movimento reciprocante. In: DE-DEUS G; SILVA E.; SOUZA E.; VERSIANI M.; ZUOLO M. **O movimento reciprocante na endodontia**. São Paulo: Quintessence Editora, 2017. p. 49-74.

REJULA F.; CRISTALIN R.; AHMED W.; DINAKARAN S.; GOPINATHAN A. S.; BABU A. Measure and compare the degree of root canal transportation and canal-centering ability of Twisted, ProTaper, and conventional stainless K files using spiral computed tomography: an in vitro study. **J. Contemp. Dent. Pract.**2017, v. 18, n. 6, p. 463-69.

SABER S. E. D. M.; NAGY M. M.; SCHÄFER E. Comparative evaluation of the shaping ability of WaveOne, Reciproc and OneShape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. **Int. Endod. J.**2015, v. 48, n. 1, p. 109-14.

SABER S. E.; NAGY M. M.; SCHAFFER E. Comparative evaluation of the shaping ability of ProTaper Next, iRaCe and Hyflex CM rotary NiTi files in severely curved root canals. **Int. Endod. J.** 2015, v. 48, n. 2, p. 131-6.

SABETI M.A.; NEKOFAR M.; MOTAHHARY P.; GHANDI M.; SIMON J.H. Healing of apical periodontitis after endodontic treatment with and without obturation in dogs. **J. Endod.** 2006, v. 32, n. 7, p. 628-33.

SCHÄFER E.; OITZINGER M. Cutting efficiency of five different types of rotary nickel-titanium instruments. **J. Endod.**2008, v. 34, n. 2, p. 198-200.

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

SHEN Y.; RIYAHY A. M.; CAMPBELL L.; ZHOU H.; DU T.; WANG Z.; QIAN W.; HAAPASALO M. Effect of a combination of torsional and cyclic fatigue preloading on the fracture behavior of K3 and K3XF instruments. **J. Endod.** 2015, v. 41, n. 4, p. 526-30.

SHENOI P. R.; LUNIYA D. A.; BADOLE G. P.; MAKADE C. S.; KUBDE R.; KHODE R. T. Comparative evaluation of shaping ability of V-Taper 2H, ProTaper next, and Hyflex CM in curved canals using cone-beam computed tomography: an in vitro study. **Indian J. Dent. Rest.** 2017, v. 28, n. 2, p. 181-86.

SILVA E.; DE-DEUS G.; SOUZA E.; VERSIANI M.; ZUOLO M. Os sistemas reciprocantes. In: DE-DEUS G.; SILVA E.; SOUZA E.; VERSIANI M.; ZUOLO M. **O movimento recíprocante na endodontia.** São Paulo: Quintessence Editora, 2017. p. 75-104

SILVA E. J. N. L.; PACHECO P. T.; PIRES F.; BELLADONNA F. G.; DE-DEUS G. Microcomputed tomographic evaluation of canal transporting and centring ability of ProTaper Next and Twisted File Adaptive systems. **Int. Endod. J.** 2017, v. 50, n. 7, p. 694-9.

SIMPSY G. S.; SAJJAN G. S.; MUDUNURI P.; CHITTEM J.; PRASANTHI N. N. V. D.; BALAGA P. Shaping ability of reciprocating motion of WaveOne and Hyflexinmoderate to severe curved canals: A comparative study with cone beam computed tomography. **J. Conserv. Dent.** 2016, v. 19, n. 6, p. 578-82.

SOARES I. J.; GOLDBERG F. Preparo do canal radicular: esvaziamento e modelagem. In: **Endodontia: Técnica e fundamentos.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2001. p. 103-154.

STEWART J. T.; LAFKOWITZ S.; APPELBAUM K.; HARTWELL G. Distortion and breakage of Liberator, EndoSequence, and Profile systems in severely curved roots of molars. **J. Endod.** 2010, v. 36, n. 4, p. 729-31.

TANOMARU FILHO M. Instrumentação não convencional de canais radiculares / sistema rotatório: Mtwo. In: LEONARDO M. R.; LEONARDO R. T. **Tratamento de canais radiculares : avanços tecnológicos de uma endodontia minimamente invasiva e reparadora.** São Paulo: Artes Médicas, 2012. p. 257-266.

TANOMARU FILHO M.; LEONARDO R. T. Instrumentação não convencional de canais radiculares / sistema oscilatório recíproc. In: LEONARDO M. R.; LEONARDO R. T. **Tratamento de canais radiculares : avanços tecnológicos de uma endodontia minimamente invasiva e reparadora.** São Paulo: Artes Médicas, 2012. p. 207-214.

TESTARELLI L.; PLOTINO G.; AL-SUDANI D.; VINCENZI V.; GIANSIRACUSA A.; GRANDE N. M.; GAMBARINI G. Bending properties of a nickel-titanium alloy with a lower percent by weight of nickel. **J. Endod.** 2011, v. 37, n. 9, p. 1293-5.

TOPÇUOĞLU H.; TOPÇUOĞLU G. Cyclic fatigue resistance of reciproc blue and reciproc files in an S-shaped canal. **J. Endod.** 2017, v. 43, n. 10, p. 1679-82.

VENINO P. M.; CITTERIO C. L.; PELLEGATTA A.; CICCARELLI M.; MADDALONE M. A micro-computed tomography evaluation of the shaping ability of two nickel-titanium instruments, Hyflex EDM and ProTaperNext. **J. Endod.** 2017, v. 43, n. 4, p. 628-32.

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

WU H.; PENG C.; BAI Y.; HU X.; WANG L.; LI C. Shaping ability of ProTaper universal, WaveOne, and ProTaper next in simulated L-shaped and S-shaped root canals. **BMC Oral Health.** 2015, v. 3, n. 1, p. 15-27.

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

YOU S. Y.; BAE K. S.; BAEK S. H.; KUM K. Y.; SHON W. J.; LEE W. C. Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved motion in curved root canals. **J. Endod.** 2010, v. 36, n. 12, p. 1991-4.

ANEXOS

Anexo A – Parecer Consubstanciado da Comissão de Pesquisa



Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Faculdade de Odontologia

PARECER CONSUBSTÂNCIADO DA COMISSÃO DE PESQUISA

Parecer aprovado em reunião do dia 18 de março de 2016

ATA nº 02/2016.

A Comissão de Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul após análise aprovou o projeto abaixo citado com o seguinte parecer:

Prezado Pesquisador Marcus Só

Informamos que o projeto de ANÁLISE COMPARATIVA DE DOIS SISTEMAS MECANIZADOS NA INSTRUMENTAÇÃO DE CANAIS CURVOS EM RELAÇÃO AO TRANSPORTE APICAL, EXTRUSÃO DE DEBRIS, VOLUME DE PREPARO E FADIGA CÍCLICA está aprovado com o seguinte parecer:

O objetivo desse estudo será avaliar o comportamento dos sistemas rotatórios Twisted Files Adaptive (TF) e HyFlex® CM na instrumentação de canais curvos, em relação a ocorrência de desvio apical, volume de debris extruído, presença de níquel e titânio no debris extruído, área de superfície do canal não instrumentada e a resistência à fadiga flexural desses instrumentos quando em movimento de rotação contínua e em movimento contínuo/reciprocante. Quarenta molares superiores serão selecionados e as raízes mesiovestibulares serão seccionadas em nível da junção amelocementária. Serão preparados eppendorfs com cortes a 1,5 cm do término, restando apenas a porção final, onde as raízes serão fixadas para realização da instrumentação. Os eppendorfs servirão como meio de coleta de possíveis debris extruídos, os quais serão posteriormente quantificados. Os espécimes serão escaneados em um microtomógrafo (SkyScan 1174v2; Bruker-microCT, Kontich, Belgium) o qual será chamado de #microCT1. Os canais serão explorados com um instrumento tipo-K 15 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) até que a ponta do instrumento se torne visível na abertura foraminal e o comprimento de trabalho será estabelecido como sendo 1mm aquém desta medida. Os canais serão divididos 4 grupos experimentais (n=10), conforme o tipo de sistema utilizado para a instrumentação: GI – TF Adaptive em movimento rotatório contínuo; GII – TF Adaptive em sistema reciprocante; GIII – HyFlex® CM em movimento rotatório contínuo; GIV – HyFlex® CM em sistema reciprocante. Durante a instrumentação, os canais serão irrigados com 2 ml de hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl). O cálculo do desvio apical, superfícies tocadas, volume de preparação e volume de debris serão realizados através de análises em Micro-CT. Ao término da instrumentação, será realizada uma nova varredura (Micro CT #2) para posterior comparação dos dados obtidos. Após o protocolo de instrumentação, o material coletado (debris extruído) em cada eppendorf será analisado, quanto a presença de Níquel e Titânio, utilizando um Microscópio Eletrônico de Varredura (JEOL 5800, Tóquio, Japão), através de microanálise dos elementos químicos (Energy Dispersive x-ray Spectrometer -EDS). A análise inter-grupo será realizada pelo Teste de Kruskal-Wallis e post hoc de Dunn, na ausência de distribuição normal dos dados ou pela Análise da Variância(ANOVA 1 via) em caso de normalidade da distribuição dos dados. Para todos os testes estatísticos empregados, o nível de significância será estabelecido em 5%. O projeto encontra-se bem delimitado e apresenta mérito científico. Portanto, somos pela aprovação. Para submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, os autores devem cadastrar o projeto na Plataforma Brasil.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Fabrício Mezzomo Collares

Coordenador da Comissão de Pesquisa ODONTOLOGIA UFRGS

Anexo B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
BANCO DE DENTES HUMANOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado Sr.(a),

Como é de seu conhecimento, existe a indicação terapêutica para a extração do (s) dente(s) _____, com o propósito de melhorar sua saúde, conforme registro no prontuário. Estamos realizando uma pesquisa com dentes extraídos intitulada: “ANÁLISE COMPARATIVA DE DOIS SISTEMAS MECANIZADOS NA INSTRUMENTAÇÃO DE CANAIS CURVOS EM RELAÇÃO AO TRANSPORTE APICAL, EXTRUSÃO DE DEBRIS, VOLUME DE PREPARO E FADIGA CÍCLICA”. Tal pesquisa tem por objetivo avaliar o comportamento de dois sistemas rotatórios utilizados no tratamento de canal (Twisted Files Adaptive (TF) e HyFlex® CM), em relação a ocorrência de desvio apical, volume de debris extruído, presença de níquel e titânio no debris extruído, área de superfície do canal não instrumentada e a resistência à fadiga flexural desses instrumentos quando em movimento de rotação contínua e em movimento contínuo/reciprocante. Com este trabalho poder-se-á obter uma profunda análise desses instrumentos utilizados durante o preparo do canal, podendo ou não aconselhar o cirurgião-dentista quanto o uso deles nos 2 tipos de movimentos que serão estudados.

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

telefone () _____, ciente dos procedimentos à que será submetido, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO concordando em doar o(s) referido(s) dentes à pesquisa informada. Bem como o armazenamento do(s) mesmo(s) para possível utilização em pesquisa futura. Informamos que este(s) será(ão) utilizado(s) exclusivamente na pesquisa laboratorial a ser conduzida na Faculdade de Odontologia da UFRGS 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).

Caso tiver novas perguntas sobre este estudo e/ou sobre o órgão doado, poderá solicitar informações ao Prof. Marcus Vinicius Reis Só (pesquisador responsável) no telefone (51) 33085357 ou para o Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da UFRGS no telefone (51) 3308-3738.

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

Declaro ter lido - ou me foi lido - as informações acima antes de assinar este formulário. Foi-me dada ampla oportunidade de fazer perguntas, esclarecendo plenamente minhas dúvidas. Por este instrumento, tomo parte, voluntariamente, da doação do meu órgão (dente) para o presente estudo.

_____, ____ de _____ de 201__.

Assinatura do doador ou responsável

Assinatura da testemunha

Assinatura e número do CRO do CD responsável pelo atendimento

ATENÇÃO:

- A sua participação em qualquer tipo de pesquisa é voluntária. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, Sr(a) pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa UFRGS, localizado a Av. Paulo Gama, 110 - 7º andar - Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060 - Fone: (51) 3308.4085. E-mail: pro-reitoria@propesq.ufrgs.br.

- Esse termo de consentimento será impresso em duas cópias, sendo uma de propriedade do participante da pesquisa e a outra de propriedade dos pesquisadores.

Anexo C – Termo de doação de dentes humanos



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
BANCO DE DENTES HUMANOS

TERMO DE DOAÇÃO DE DENTES HUMANOS

Eu, _____, RG

_____, residente à _____

_____, nº _____, aceito doar o meu

dente _____ e concordo em doá-lo à pesquisa intitulada "ANÁLISE COMPARATIVA DE DOIS SISTEMAS MECANIZADOS NA INSTRUMENTAÇÃO DE CANAIS CURVOS EM RELAÇÃO AO TRANSPORTE APICAL, EXTRUSÃO DE DEBRIS, VOLUME DE PREPARO E FADIGA CÍCLICA". 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 de Pesquisa (COMPESQ) 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

Anexo D – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa



UFRGS - PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO GRANDE DO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise comparativa de dois sistemas mecanizados na instrumentação de canais curvos em relação ao transporte apical, extrusão de debris, volume de preparo e fadiga cíclica.

Pesquisador: Marcus Vinicius Reis Só

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 56647116.5.0000.5347

Instituição Proponente: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.886.071

Apresentação do Projeto:

O objetivo desse estudo será avaliar o comportamento dos sistemas rotatórios Twisted Files Adaptive (TF) e HyFlex® CM na instrumentação de canais curvos, em relação a ocorrência de desvio apical, volume de debris extruído, presença de níquel e titânio no debris extruído, área de superfície do canal não instrumentada e a resistência à fadiga flexural desses instrumentos quando em movimento de rotação contínua e em movimento contínuo/reciprocante. Quarenta molares superiores serão selecionados e as raízes mesiovestibulares serão seccionadas em nível da junção amelocementária. Serão preparados eppendorfs com cortes a 1,5 cm do término, restando apenas a porção final, onde as raízes serão fixadas para realização da instrumentação. Os eppendorfs servirão como meio de coleta de possíveis debris extruídos, os quais serão posteriormente quantificados. Os espécimes serão escaneados em um microtomógrafo (SkyScan 1174v2; Bruker-microCT, Kontich, Belgium) o qual sera chamado de #microCT1. Os canais serão explorados com um instrumento tipo-K 15 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) até que a ponta do instrumento se torne visível na abertura foraminal e o comprimento de trabalho será estabelecido como sendo 1mm aquém desta medida. Os canais serão divididos 4 grupos experimentais (n=10), conforme o tipo de sistema utilizado para a instrumentação: GI – TF Adapative em movimento rotatório contínuo; GII – TF Adaptive em sistema reciprocante; GIII –

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



UFRGS - PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO GRANDE DO



Continuação do Parecer: 1.886.071

HyFlex® CM em movimento rotatório contínuo; GIV – HyFlex® CM em sistema recíprocante. Durante a instrumentação, os canais serão irrigados com 2 ml de hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl). O cálculo do desvio apical, superfícies tocadas, volume de preparação e volume de debris serão realizados através de análises em Micro-CT. Ao término da instrumentação, será realizada uma nova varredura (Micro CT #2) para posterior comparação dos dados obtidos. Após o protocolo de instrumentação, o material coletado (debrí extruído) em cada eppendorf será analisado, quanto a presença de Níquel e Titânio, utilizando um Microscópio Eletrônico de Varredura (JEOL 5800, Tóquio, Japão), através de microanálise dos elementos químicos (Energy Dispersive x-ray Spectrometer -EDS). A análise inter-grupo será realizada pelo Teste de Kruskal-Wallis e post hoc de Dunn, na ausência de distribuição normal dos dados ou pela Análise da Variância (ANOVA 1 via) em caso de normalidade da distribuição dos dados. Para todos os testes estatísticos empregados, o nível de significância será estabelecido em 5%.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo desse estudo será avaliar o comportamento dos sistemas rotatórios Twisted Files Adaptive (TF) e HyFlex® CM na instrumentação de canais curvos, em relação a ocorrência de desvio apical, volume de debris extruído, presença de níquel e titânio no debris extruído, área de superfície do canal não instrumentada e a resistência à fadiga flexural desses instrumentos quando em movimento de rotação contínua e em movimento contínuo/recíprocante.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Na nova versão apresentada benefícios e riscos estão apresentados de forma clara e completa no TCLE e no projeto.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um estudo in vitro a ser realizado com dentes humanos extraídos. A diligência anterior apontou um equívoco a respeito do papel do participante no estudo. A doação do dente para o estudo é uma etapa anterior e independente do consentimento livre e esclarecido. Nestes termos, após haver a doação do dente, o participante deverá ser informado do estudo, se há benefício direto com a sua participação no estudo e quais são os riscos/ desconfortos previsíveis relativos à sua participação. O TCLE necessitava de adequações para cumprir o exposto acima. Também foi feita a solicitação de inclusão no TCLE de duas frases para o participante optar se deseja ou não que seu dente doado seja usado em pesquisas posteriores. Todos os itens da diligência foram atendidos de forma completa e satisfatória.

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propeq.ufrgs.br



UFRGS - PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO GRANDE DO



Continuação do Parecer: 1.886.071

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

As alterações de TCLE foram realizadas de forma completa e satisfatória.

Recomendações:

O referido projeto está em condições de aprovação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O referido projeto está em condições de aprovação.

Considerações Finais a critério do CEP:

APROVADO.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|---|--|------------------------|----------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_706940.pdf | 05/12/2016 10:58:37 | | Aceito |
| Outros | RESPOSTA_DO_PESQUISADOR.pdf | 05/12/2016 10:58:15 | Marcus Vinicius Reis Só | Aceito |
| Outros | TERMO_DE_DOACAO_DE_DENTES.pdf | 05/12/2016 10:52:30 | Marcus Vinicius Reis Só | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | PROJETO.pdf | 05/12/2016 10:49:52 | Marcus Vinicius Reis Só | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE.pdf | 05/12/2016 10:49:26 | Marcus Vinicius Reis Só | Aceito |
| Outros | COMPESQ.pdf | 01/06/2016 21:44:28 | Marcus Vinicius Reis Só | Aceito |
| Folha de Rosto | folhaDeRosto.pdf | 28/04/2016 22:26:38 | Marcus Vinicius Reis Só | Aceito |
| Orçamento | ORCAMENTO.pdf | 27/04/2016 23:02:20 | Marcus Vinicius Reis Só | Aceito |
| Cronograma | CRONOGRAMA.pdf | 27/04/2016 22:59:22 | Marcus Vinicius Reis Só | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



UFRGS - PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO GRANDE DO



Continuação do Parecer: 1.886.071

PORTO ALEGRE, 05 de Janeiro de 2017

Assinado por:
MARIA DA GRAÇA CORSO DA MOTTA
(Coordenador)

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br