

ESTAÇÃO ENSINO/ FACULDADE SETE LAGOAS

Curso de Especialização em Endodontia

INSTRUMENTOS ROTATÓRIOS DE NITI COM MEMÓRIA

CONTROLADA: HYFLEX CM E HYFLEX EDM

Raphael Humberto Nogueira Leão

BELO HORIZONTE

2018

RAPHAEL HUMBERTO NOGUEIRA LEÃO

**INSTRUMENTOS ROTATÓRIOS DE NITI COM MEMÓRIA
CONTROLADA: HYFLEX CM E HYFLEX EDM**

Monografia apresentada à Estação Ensino -
Faculdade Sete Lagoas como requisito legal
para obtenção do título de Especialista em
Endodontia.

Orientador:
Profa. Dra. Sônia Lara Mendes

BELO HORIZONTE

2018

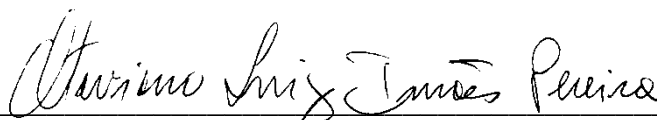
FACULDADE FACSETE
ESTAÇÃO ENSINO

Monografia intitulada “Instrumentos rotatórios de NiTi com memória controlada: Hyflex CM e Hyflex EDM” de autoria do aluno Raphael Humberto Nogueira Leão, apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Endodontia.

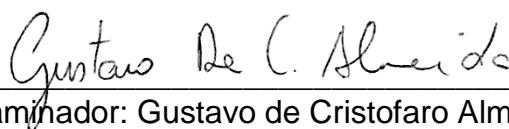
Monografia aprovada no dia 8 de fevereiro de 2018, pela banca examinadora constituída por:



Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sonia Teresa de oliveira Lara Mendes



Examinador: Otaviano Luiz Durães Pereira



Examinador: Gustavo de Cristofaro Almeida



Examinador: Camila Freitas Barbosa

RESUMO

A terapia endodôntica objetiva tratar ou prevenir a periodontite apical e realizar a limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares. A instrumentação do sistema de canais radiculares se faz necessária para facilitar a irrigação efetiva e posterior obturação. O uso de ligas de níquel titânio para fabricação de instrumentos rotatórios foi uma das principais inovações em Endodontia. A utilização destes instrumentos durante a modelagem dos canais permitiu a obtenção de preparos cônicos com pouco ou nenhum erro, reduziu o tempo de trabalho, reduziu a extrusão de debris e evitou a retificação de canais curvos. A propriedade única de superelasticidade desses instrumentos os tornam mais flexíveis e resistentes quando comparadas com o aço inoxidável, permitindo que sigam efetivamente o caminho original do canal radicular. Mais recentemente ocorreram melhorias significativas no design, nos tratamentos térmicos das ligas como também na mudança do processo de fabricação de alguns instrumentos com o intuito de melhorar suas propriedades mecânicas. Dentre eles se encontram os instrumentos com memória controlada. O objetivo deste trabalho foi reunir estudos que avaliaram as propriedades e características destes instrumentos e compará-los a outros já amplamente utilizados.

Palavras-chave: Hyflex, instrumentos endodônticos, memória controlada, tratamento térmico.

ABSTRACT

Endodontic therapy aims to treat or prevent apical periodontitis and to perform cleaning and disinfection of the root canal system. The shaping of the root canal system is necessary to facilitate effective irrigation and subsequent filling. The use of nickel titanium alloys to manufacture rotary instruments was one of the major innovations in Endodontics. The use of these instruments during the shaping of the root canals allowed to obtain conical preparations with little or no error, reduced working time, reduced the extrusion of debris and avoided rectification of curved channels. The unique property of superelasticity of these instruments makes them more flexible and resistant when compared with the stainless steel, allowing them to effectively follow the original path of the root canal. More recently there have been significant improvements in design, in the thermal treatments of the alloys as well as in the manufacturing processes of some instruments with the intention to improve its mechanical properties. Among them are instruments with controlled memory. The objective of this work was to gather studies that evaluated the properties and characteristics of these instruments and to compare them with other already widely used.

Key Words: Controlled memory, endodontic instruments, heat treatment, Hyflex.

SUMÁRIO

1. Introdução-----	7
2. Objetivos-----	8
2.1 Objetivos gerais-----	8
2.2 Objetivos específicos-----	8
3. Metodologia-----	9
4. Revisão de Literatura-----	10
4.1 Capacidade de modelagem-----	10
4.2 Propriedades mecânicas -----	11
4.3 Deformação-----	14
4.4 Eficiência de corte-----	15
5. Discussão-----	16
6. Conclusão-----	18
7. Referências Bibliográficas-----	19

1. INTRODUÇÃO

A terapia endodôntica objetiva tratar ou prevenir a periodontite apical que tem como etiologia primária a infecção do sistema de canais radiculares (SCR). A modelagem do SCR não se faz necessária apenas para o desbridamento das paredes dos canais, mas também para facilitar a irrigação efetiva e posterior obturação (SEAGO, 2015). O uso de ligas de níquel titânio (NiTi) para fabricação de instrumentos rotatórios foi uma das principais inovações em endodontia (WALLIA, 1988; SANTOS, 2013). A utilização destes instrumentos durante a modelagem dos canais permitiu aos clínicos obterem preparos cônicos com pouco ou nenhum erro, mesmo em canais curvos (MORGENTAL, 2013), além de reduzir o tempo de trabalho (SANTOS, 2013). Esse grande avanço foi provocado principalmente pela propriedade única de superelasticidade, que torna as limas mais flexíveis e resistentes quando comparadas com o aço inoxidável (THOMPSON, 2000; NINAN, 2013), permitindo que sigam efetivamente o caminho original do canal radicular (PIRANI, 2016). O NiTi permite aos instrumentos a possibilidade de trabalhar com rotação contínua em canais curvos (SHEN, 2011). Apesar das propriedades favoráveis dessa liga, o alto risco de fratura continua a ser um problema durante a terapia endodôntica (BRAGA, 2014). Muitas variáveis podem contribuir para a fratura. Os dois principais mecanismos de fratura são relacionados a fadiga flexural e torcional. A primeira é resultante da separação do instrumento após ciclos repetidos de flexão e compressão em um determinado ponto e a segunda ocorre após a apreensão da ponta ou qualquer outra parte do instrumento às paredes do canal, enquanto a haste continua girando (BAHIA & BUONO, 2005; PEDULLA, 2016). Nos últimos 10 anos, ocorreram melhorias significativas no design dos instrumentos, e nas propriedades das matérias primas utilizadas, como o procedimento termomecânico aplicado ao fio de NiTi convencional, levando ao desenvolvimento do M-Wire (BRAGA, 2014). Mais recentemente, uma abordagem inovadora utilizada foi a criação de instrumentos com memória controlada (CM) (SHEN, 2011; BURKLEIN, 2014). Estes instrumentos são fabricados de NiTi e recebem um tratamento térmico especial que os confere aumento de flexibilidade e resistência à fadiga (BRAGA, 2014).

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL:

- Avaliar através de revisão bibliográfica as principais características dos instrumentos com controle de memória.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Verificar as propriedades físicas e químicas dos instrumentos Hyflex CM e Hyflex EDM.
- Analisar as características estruturais.
- Comparar os comportamentos mecânicos dos dois instrumentos.

3. METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão de literatura onde foram avaliadas, através de literatura pertinente, as características de instrumentos de memória controlada Hyflex CM e Hyflex EDM. Foram utilizadas como fonte de pesquisa bases de dados buscando artigos de revistas internacionais de importância na endodontia como Journal of Endodontic e International Endodontic Journal, todos publicados no período de 2011 a 2017, com os termos de busca: Hyflex, controlled memory, endodontic instruments, termical treatment.

4. REVISÃO DE LITERATURA

A maior revolução tecnológica em endodontia foi a introdução da liga de NiTi na fabricação de instrumentos (WALLIA *et. al*, 1988). Esses instrumentos possuem de duas e três vezes mais flexibilidade que instrumentos de aço inox e por isso negociam melhor grandes curvaturas, diminuem o tempo de trabalho, a fadiga do operador, os erros processuais simplificando o trabalho.

O NiTi possui propriedades especiais como superelasticidade que é a capacidade que o material tem de sofrer grandes transformações elásticas, não permanentes e recuperar sua forma após a retirada da tensão, efeito memória de forma, biocompatibilidade, resistência a torção e corrosão entre outros. Apesar das diversas vantagens, instrumentos de NiTi apresentam um grande problema que é a fratura inesperada causada por torção e a fratura causada por flexão além de força de restauração provocando retificação de canais e acidentes.

Na tentativa de minimizar esses acidentes e complicações, instrumentos com memória controlada (CM) foram introduzidos no mercado e serão amplamente discutidos nesse estudo.

4.1 CAPACIDADE DE MODELAGEM:

SABER *et al.* (2014) compararam a capacidade de modelagem de 3 instrumentos rotatórios de NiTi ProTaper Next (PTN), iRace (IR) e Hyflex CM (HY) em canais severamente curvos. Foram utilizados 60 molares mandibulares apresentando ângulos de curvatura de 25 a 35 graus nos canais mesio-linguais e o resultado da modelagem determinada através da análise de imagem em um software utilizando radiografias pré e pós-operatórias. Os instrumentos PTN demonstraram um endireitamento significativamente maior das curvaturas se comparados com IR e HF e não houve diferença entre os dois últimos neste quesito. Em relação ao transporte apical não houve diferença significativa entre os três instrumentos e os instrumentos IR e HF foram mais rápidos no processo de modelagem. PTN, IR e HY demonstraram ser seguros para a modelagem, respeitando as curvaturas dos canais, resultado semelhante foi encontrado por BURKLEIN *et al.* (2014) quando compararam a modelagem realizada por três diferentes instrumentos de NiTi: Hyflex

CM, Mtwo e Revo-S. Foram utilizados 60 canais radiculares com curvaturas de 25 a 35 graus, preparados apicalmente até o diâmetro #35. Foram utilizadas radiografias pré e pós instrumentação para se observar o endireitamento destas curvaturas, utilizando-se um software específico. O tempo para a realização a modelagem, mudanças no comprimento de trabalho e falhas nos instrumentos também foram observados. Nenhum dos instrumentos fraturaram durante os testes. Mtwo e Hyflex CM mostraram-se igualmente superiores a Revo-S em ambos os testes, mantendo a curvatura original dos canais e tornando o processo mais ágil que o instrumento Revo-S.

VENINO *et al.* (2017) compararam por meio de tomografia computadorizada a capacidade de modelagem de instrumentos ProTaper Next e Hyflex EDM. Foram analisados o transporte apical, a capacidade de centralização da modelagem nas direções méso distal e vestibulo-lingual em 5 níveis diferentes: cervical, médio, apical e nos limites entre eles. Os resultados demonstrados foram que ambos os instrumentos foram igualmente efetivos, seguros, respeitando a anatomia original do canal. Os instrumentos Hyflex EDM se mostraram superiores nos quesitos do transporte do canal na direção vestibulo-lingual e no poder de centralização da modelagem no nível localizado entre os terços médio e cervical.

4.2 PROPRIEDADES MECÂNICAS:

SEAGO *et al.* (2015) avaliaram se o uso repetido e a esterilização interfeririam na capacidade de corte e flexibilidade dos instrumentos rotatórios Hyflex CM. Estes instrumentos foram testados após 10 ciclos de uso clínico simulado utilizando-se canais. O estudo mostrou que reutilização destes instrumentos após o primeiro uso não alterou a capacidade de corte e após 2 usos não alterou a flexibilidade destes instrumentos, já PETERS *et al.* (2012) avaliaram fadiga torcional e flexural e também o torque durante a instrumentação com instrumentos Hyflex CM. Este trabalho foi realizado *in vitro* utilizando canais simulados em blocos de acrílico através da técnica de comprimento único recomendada pelos fabricantes. Concluiu-se que os

instrumentos Hyflex CM são extremamente flexíveis e apresentam resistência a torção semelhante a instrumentos de NiTi convencional. Entretanto, apresentaram resistência a fadiga flexural extremamente maior e torque para a instrumentação menor quando comparados a outros instrumentos usados anteriormente em condições semelhantes.

SHEN *et al.* (2011) comparam a resistência à fadiga de instrumentos rotatórios de NiTi com controle de memória e convencionais sendo eles: ProFile, Typhoon (TYP), Typhoon CM (TYP CM), DS-SS0250425NEY (NEY) e DS-SS0250425NEY CM (NEY CM) (DSDental, Johnson City, TN). Foram utilizados instrumentos 25/.04 de cada sistema os quais foram submetidos a flexão rotacional em curvaturas de 35 e 45 graus a uma temperatura de 23°. O número de rotações até a fratura foi registrado. As propriedades da liga tiveram impacto substancial na vida útil a fadiga dos instrumentos e menor amplitude de deformação superficial que instrumentos de NiTi convencional com o mesmo design.

BRAGA *et al.* (2014) avaliaram e compararam a influência da liga M-Wire e da tecnologia CM na resistência a fadiga de instrumentos rotatórios de NiTi. Para isso foi utilizado um dispositivo de bancada para teste de fadiga. Foram testados os instrumentos EndoWave, Hyflex, ProFileVortex e Typhoon. Todos apresentavam o design da secção transversal semelhantes como também o diâmetro, 30/.06. Tanto os instrumentos M-Wire quanto os CM apresentaram aumento à resistência a fadiga.

ZHOU *et al.* (2012) tiveram como objetivo investigar a estrutura e as propriedades mecânicas da recém desenvolvida liga CM utilizada na fabricação de instrumentos rotatórios como também de compará-la com a liga de NiTi superelástica. A composição e as temperaturas de transformação de fase foram analisadas através de espectroscopia de energia de RX (EDS) e calorimetria diferencial exploratória (DSC). Neste estudo concluiu-se que a ligas CM exibiam diferentes temperaturas de transformação e diferentes propriedades mecânicas quando comparadas com as ligas superelásticas devido ao tratamento térmico especial dado a elas. Os autores sugeriram também que os instrumentos rotatórios de NiTi confeccionados da liga CM são mais flexíveis que aqueles confeccionados com a liga de NiTi convencional.

NINAN & BERZINS (2013) avaliaram a resistência a torção e a flexibilidade dos instrumentos de NiTi com controle de memória (CM), Hyflex CM e Phoenix Flex e compararam os resultados com aos dos instrumentos de NiTi convencional Profile ISO e K3 e também com aqueles fabricados com a liga M-Wire GT series X e Profile Vortex. Os instrumentos com memória controlada demonstraram ser mais flexíveis que todos os demais.

KAVAL *et al.* (2016) avaliaram a resistência a fadiga flexural e a torcional de três instrumentos rotatórios: Hyflex EDM, ProTaper Gold e ProTaper Universal. Para o teste de fadiga flexural, os instrumentos foram testados em blocos de aço inoxidável. Para o teste de resistência a torção a análise foi realizada de acordo com a norma ISO 3630-1. Foi possível observar que Hyflex EDM se mostrou o instrumento mais resistente à fadiga flexural. Os instrumentos ProTaper Gold apresentaram maior resistência a fadiga flexural e torcional que os do sistema ProTaper Universal, apesar da semelhança no design da seção transversal. As propriedades diferenciadas da liga Gold podem explicar este último fato.

PEDULLA *et al.* (2015), avaliaram a resistência à fadiga torcional e flexural dos instrumentos Hyflex EDM, fabricados através de descargas elétricas e comparar estes resultados com aqueles dos instrumentos recíprocos, Reciproc R25 e WaveOne Primary. A resistência a fadiga flexural foi testada contando o número de ciclos até a fratura em canais artificiais de aço inox. Para o teste de resistência a torção a análise foi realizada de acordo com a norma ISO 3630-1. O resultado deste trabalho demonstrou uma superioridade a resistência flexural e torcional dos instrumentos Hyflex EDM entretanto, estes instrumentos demonstraram falhas utilizando menor torque do que aqueles utilizados pelos demais instrumentos, ambos, compostos pela liga M-Wire.

IACONO *et al.* (2016) compararam o comportamento de transformação de fase, a microestrutura, a nano dureza e a superfície dos instrumentos fabricados através de descargas elétricas, Hyflex EDM com aqueles fabricados de maneira convencional, Hyflex CM. Foram utilizados instrumentos novos e após o uso de ambos os sistemas. Os instrumentos Hyflex EDM mostraram propriedades estruturais peculiaridades tais como aumento da temperatura de transformação de fase e aumento da dureza. Os autores relataram que estes resultados já haviam sido

encontrados previamente e que poderiam suportar a hipótese do comportamento mecânico superior dos instrumentos Hyflex EDM.

PIRANI *et al.* (2016) avaliaram a superfície e alterações micro estruturais de protótipos de Hyflex EDM para testar sua resistência a fadiga. Este estudo foi realizado utilizando 15 protótipos utilizados na instrumentação de canais severamente curvos. Os autores relataram que a superfície peculiar dos instrumentos fabricados através de faíscas de descargas elétricas é a principal característica destes instrumentos. Quase nenhuma degradação foi encontrada nos instrumentos Hyflex EDM após múltiplos usos. Os protótipos exibiram altos valores de resistência a fadiga flexural e seguros para serem utilizados, *in vitro*, em canais severamente curvos.

GUNDOGAR *et al.* (2017) compararam a resistência a fadiga flexural de diferentes sistemas de instrumentos únicos Reciproc Blue (VDW), Hyflex EDM (Coltene), WaveOne Gold (Dentsply) e OneShape (Micro Mega). Foram utilizados 30 instrumentos de cada, rotacionados em canais artificiais até a fratura. Os autores relatam que dentro das limitações deste estudo, realizado *in vitro*, puderam demonstrar a superioridade dos instrumentos Hyflex EDM em relação a resistência a fadiga flexural, quando comparados com os demais analisados.

USLU *et al.* (2017) examinaram a superfície de instrumentos Hyflex CM e Hyflex EDM antes e após o uso em canais severamente curvos. Foram usados 8 instrumentos Hyflex EDM 25/.08 e 8 instrumentos Hyflex CM 25/.08 em 64 canais severamente curvos. Antes do uso a superfície dos instrumentos EDM já se encontrava repleta de rugosidades e cavidades, causadas pela sua fabricação através de descargas elétricas enquanto a superfície dos instrumentos Hyflex CM apresentava-se mais lisa. Estes autores concluíram que os instrumentos Hyflex CM mostraram mais alterações em sua superfície após o uso do que os EDM os quais apresentaram melhor preservação de superfície.

4.3 DEFORMAÇÃO:

SHEN *et al.* (2013) analisaram, em um programa do curso de graduação em Endodontia, o tipo e localização de defeitos de instrumentos Hyflex CM após três

usos clínicos e assim examinar o impacto destas reutilizações sobre as propriedades metalúrgicas destes instrumentos. Este trabalho demonstrou o uso seguro destes instrumentos após 3 utilizações. Estes instrumentos, a temperatura corporal, apresentam uma mistura estrutural de martensita e austenita. Se a utilização múltipla destes instrumentos causa grandes mudanças em suas propriedades microestruturais, os instrumentos menos calibrosos deveriam ser considerados como de uso único.

ALAZEMI *et al.* (2014) avaliaram a deformação de instrumentos CM após serem utilizados por duas vezes e a sua recuperação de forma após esterilização por calor. Canais simulados foram preparados com o sistema Hyflex CM utilizando a técnica de comprimento único. Imagens de 400 instrumentos antes do uso, após o uso e após serem esterilizados foram analisadas. Aproximadamente um terço destes instrumentos se deformaram após o uso porém dois terços dos mesmos voltaram a forma e tamanho original após a esterilização. O tamanho do instrumento influencia na incidência de deformação e na recuperação da forma.

4.4 EFICIÊNCIA DE CORTE:

MORGENTAL *et al.* (2013) analisaram se a velocidade de rotação e o número de usos de 4 instrumentos de NiTi formatadores de orifício influenciariam na sua capacidade de corte. Os instrumentos analisados foram BioRace BR0, Hyflex CM1, ProFile OS#2 e ProTaper SX e testados em blocos de acrílico e em dentina bovina a 250 e 500 rpm, em até 5 ciclos. Foi observado que o aumento na velocidade de rotação aumenta a capacidade de corte dos instrumentos. Os instrumentos Hyflex CM demonstraram mais habilidade de corte lateral que os outros instrumentos. Os resultados com os blocos de acrílico e dentina bovina mostraram ser similares mas os primeiros não parecem ser adequados para se avaliar a eficiência de corte dos instrumentos após o uso repetido.

5. DISCUSSÃO

Zhou *et al.* (2012), avaliaram as propriedades estruturais e mecânicas de instrumentos Hyflex CM e encontraram maiores temperaturas de transformação de fases quando comparadas a instrumentos de NiTi superelásticos. Este achado está diretamente relacionado com o superior comportamento mecânico apresentado por estes instrumentos.

Peters *et al.* (2012), relataram maior resistência à fadiga flexural em instrumentos Hyflex CM quando comparados a instrumentos fabricados com NiTi convencional. Em concordância, Shen *et al.* (2011), também realizaram uma comparação entre instrumentos com a tecnologia CM e instrumentos de NiTi convencional e obtiveram os mesmos resultados. Outro estudo também confirmou essa relação da tecnologia CM com uma superior resistência a fadiga flexural como Braga *et al.* (2014).

Isto também ocorre ao comparar instrumentos Hyflex CM com instrumentos que possuem tratamento termomecânico M-Wire, como relatado por Braga *et al.* (2014) e Ninan *et al.* (2013) o qual concluíram que os instrumentos com a tecnologia CM se mostraram mais resistentes a fadiga flexural e apresentaram flexibilidade superior quando comparado aos instrumentos M-Wire.

Kaval *et al.* (2016) avaliaram a resistência flexural e torcional dos instrumentos HyFlex EDM quando comparados aos instrumentos ProTaper Gold e ProTaper Universal. Os autores observaram que os Instrumentos Hyflex HEDM se mostraram mais resistente à fadiga flexural, porém não houve diferença significativa entre os instrumentos avaliados quanto à fadiga torcional. Pedulla *et al.* (2015) compararam instrumentos Hyflex EDM com os instrumentos Reciproc e Wave One Gold, porém os instrumentos HYflex EDM apresentaram maior resistência quanto a fadiga flexural e torcional. Gundogar *et al.* (2017) encontraram resultados semelhantes quando compararam Hyflex EDM com os instrumentos One Shape.

Pirani *et al.* (2016), examinaram a superfície peculiar dos instrumentos Hyflex EDM fabricados a partir de faíscas de descargas elétricas e concluíram que esse instrumento exibiu alto valor de resistência a fadiga flexural, resultado também encontrado por Iacono *et al.* (2016) que ainda acrescentaram em sua conclusão o aumento na dureza superficial e baixa degradação do instrumento após múltiplos usos. Uslu *et al.* (2017) reforçaram que a superfície rugosa causada pela fabricação

dos instrumentos EDM conferem maior resistência, além de apresentarem melhor preservação superficial após o uso quando comparadas às Hyflex CM.

Alguns autores analisaram a eficiência de corte dos instrumentos Hyflex CM e Hyflex EDM. Venino *et al.* (2017), compararam os instrumentos Hyflex EDM com os instrumentos ProTaper Next e concluíram que não havia diferença significativa entre os instrumentos quanto a sua eficiência de corte. Morgental *et al.* (2013), demonstraram que os instrumentos utilizados para abertura de orifício do sistema Hyflex CM foram superiores em relação a eficiência de corte àqueles que possuem a mesma função de abridores de orifício dos sistemas BioRace, ProFile e ProTaper.

Burklein *et al.* (2014) e Saber *et al.* (2014) compararam o sistema Hyflex CM aos de NiTi convencional analisando sua capacidade de modelagem e concluíram que todos os instrumentos de NiTi convencionais usados respeitaram a curvatura dos canais e se mostraram seguros, entretanto o sistema Hyflex CM se mostrou mais flexível e com melhor capacidade de modelagem.

Shen *et al.* (2013) analisaram os defeitos nos instrumentos Hyflex CM após o uso e afirmaram que o risco de fratura destes instrumentos quando usados até 3 vezes é muito baixo. No entanto, Seago *et al.* (2015), concluíram que a utilização segura dos instrumentos Hyflex CM se dá em duas vezes, não alterando sua eficiência de corte após o primeiro uso e não alterando sua flexibilidade após o segundo uso. Alazemi *et al.* (2014) e Seago *et al.* (2013), avaliaram a recuperação de forma dos instrumentos Hyflex CM após aquecimento e concluíram que a esterilização não causa alterações estruturais nesses instrumentos. Além disso, nestes estudos, a grande maioria dos instrumentos HyFlex CM quando usados até duas vezes recuperaram a sua forma original após terem contato com calor.

6. CONCLUSÃO

- Os instrumentos Hyflex CM e Hyflex EDM se mostraram superiores aos demais em relação a flexibilidade e ao risco de fraturas por fadiga flexural.
- Quanto à fadiga torcional foram igualmente resistentes a torção quando comparados a instrumentos de NiTi convencional.
- Tanto Hyflex CM quanto Hyflex EDM se mostraram eficientes e seguros na instrumentação de canais severamente curvos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAZEMI, M.A. *et al.* Deformation of HyFlex CM instruments and their shape recovery following heat sterilization. *IntEndod J*, v.48, p.598-601, 2015.
- BRAGA, L.C.M. *et al.* Impact of Heat Treatments on the Fatigue Resistance of Different Rotary Nickel-titanium Instruments. *JOE*, p.1-4, 2014.
- BURKLEIN, S. *et al.* Comparison of preparation of curved root canals with Hyflex CM and Revo-S rotary nickel–titanium instruments. *IntEndod J*, v.47, p.470-6, 2014.
- GUNDOGAR, M. OZYUREK, T. Cyclic Fatigue Resistance of OneShape, HyFlex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue Nickel-titanium Instruments. *JOE*, p.1-5, 2017.
- IACONO, F. *et al.* Structural analysis of HyFlex EDM instruments. *IntEndod J*, p.1-11, feb2016.
- KAVAL, M.E. *et al.* Evaluation of the Cyclic Fatigue and Torsional Resistance of Novel Nickel-Titanium Rotary Files with Various Alloy Properties. *JOE*, p. 1-4, 2016.
- MORGENTAL, R.D. *et al.* Cutting Efficiency of Conventional and Martensitic Nickel-Titanium Instruments for Coronal Flaring. *JOE*, v.39, n.12, p.1634-8, Dec 2013.
- NINAN, E. BERZINS D.W. Torsion and Bending Properties of Shape Memory and Superelastic Nickel-Titanium Rotary Instruments. *JOE*, v.39, n.1, p. 101-4, Jan 2013.
- PEDULLA, E. *et al.* Torsional and Cyclic Fatigue Resistance of a New Nickel-Titanium Instrument Manufactured by Electrical Discharge Machining. *JOE*, p.1-4, 2015.
- PETERS, O.A. *et al.* An in vitro assessment of the physical properties of novel Hyflex nickel–titanium rotary instruments. *IntEndod J*, v.45, p.1027-34, 2012.
- PIRANI, C. *et al.* HyFlex EDM: superficial features, metallurgical analysis and fatigue resistance of innovative electro discharge machined NiTi rotary instruments. *IntEndod J.*, v.49, p.483-93, 2016.
- SABER, S.E.D. *et al.* Comparative evaluation of the shaping ability of ProTaper Next, iRaCe and Hyflex CM rotary NiTi files in severely curved root canals. *IntEndod J*, v.48, p.131-6, 2015.
- SANTOS, L de A. *et al.* Comparison of the Mechanical Behavior between Controlled Memory and Superelastic Nickel-Titanium Files via Finite Element Analysis. *JOE*, v.39, n.11, p.1444-7, Nov 2013.
- SEAGO, S.T. *et al.* Effect of Repeated Simulated Clinical Use and Sterilization on the Cutting Efficiency and Flexibility of Hyflex CM Nickel-Titanium Rotary Files. *JOE*, 1-4, 2015.

SHEN, Y. *et al.* Fatigue Testing of Controlled Memory Wire Nickel-Titanium Rotary Instruments. JOE, v.37, n.7, p. 998-1001, Jul 2011.

SHEN, Y. *et al.* HyFlex nickel–titanium rotary instruments after clinical use: metallurgical properties. IntEndod J, v.46, p.420-9, 2013.

THOMPSON SA, An Overview of Nickel-Titanium Alloys used in dentistry. IEJ, 2000; 33 : 297-310.

USLU, G. *et al.* Comparison of Alterations in the Surface Topographies of HyFlex CM and HyFlex EDM Nickel-titanium Files after Root Canal Preparation: A Three-dimensional Optical Profilometry Study. JOE, p.1-5, 2017.

VENINO, P.M. *et al.* A Micro–computed Tomography Evaluation of the Shaping Ability of Two Nickel-titanium Instruments, HyFlex EDM and ProTaper Next. JOE, v.43, n.4, p.628-32, Apr 2017

ZHOU, H. *et al.* Mechanical Properties of Controlled Memory and Superelastic Nickel-Titanium Wires Used in the Manufacture of Rotary Endodontic Instruments. JOE, v.38, n.11, p.35-40, Nov 2012.

WALLIA H, BRANTLEY WA, GERSTEIN H. An Initial Investigation of the Bending and Torsional Properties of Root Canal Files. JOE, 1988 ; 14:346-51.