

Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”
UNIGRANRIO

Laise Silva Villarino

**Flexibilidade e Flexão rotativa dos instrumentos reciprocantes Reciproc,
Unicone, e WaveOne.**

Duque de Caxias

2017

Laise Silva Villarino

**Flexibilidade e Flexão rotativa dos instrumentos reciprocantes Reciproc,
Unicone, e WaveOne.**

**Dissertação apresentada à Universidade
do Grande Rio “Prof. José de Souza
Herdy” como parte dos requisitos
parciais para obtenção do título de
Mestre em Odontologia.**

Área de concentração: Endodontia

Orientadores: Prof. Dr. Victor Talarico Leal Vieira

Profa. Dra. Thais Accorsi Mendonça

Duque de Caxias

2017

Laise Silva Villarino

**FLEXIBILIDADE E FLEXÃO ROTATIVA DOS INSTRUMENTOS
RECIPROCANTES RECIPROC, UNICONE E WAVEONE**

Dissertação apresentada à Universidade do Grande Rio "Prof. José de Souza Herdy" UNIGRANRIO para obtenção do grau de Mestre em Odontologia.

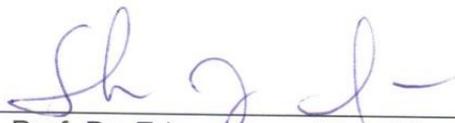
Área de Concentração:
Endodontia

Aprovada em 23 de janeiro de 2017.

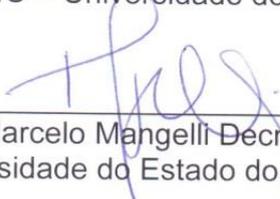
Banca Examinadora



Profa. Dra. Ana Rosa Pereira Ribeiro
UNIGRANRIO – Universidade do Grande Rio



Prof. Dr. Edson Jorge Lima Moreira
UNIGRANRIO – Universidade do Grande Rio



Prof. Dr. Marcelo Mangelli Dechnop Batista
UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais por todo apoio e ensinamentos durante toda minha vida.

Aos professores pela dedicação e ajuda, em especial ao Prof. Dr. Victor Talarico e Profa. Dra. Thais Accorsi, por compartilhar tempo e conhecimento, imprescindíveis para a realização.

Á Deus pelas oportunidades nesta existência.

“Sonhos determinam o que você quer, ações determinam o que você conquista.”

RESUMO

Este estudo avaliou a resistência à flexão e fadiga de um novo instrumento recíprocante de uso único Unicone (Medin, Nove Mesto na Moravě, República Tcheca), comparado aos instrumentos Reciproc (VDW, Munique, Alemanha) e Waveone (Dentsply, Maillefer, Suíça). A flexibilidade foi determinada por ensaios de flexão a 45° utilizando-se uma máquina universal (EMIC DL 200 MP). Já o ensaio de flexão rotativa (fadiga) foi executado utilizando-se um dispositivo confeccionado especificamente para tal intuito. Os canais artificiais utilizados apresentaram ângulo de 60° e raio de curvatura de 5 mm. Posteriormente a fratura, a análise por microscopia eletrônica de varredura determinou o tipo de fratura, bem como possíveis deformações na haste helicoidal. A análise estatística foi realizada usando métodos paramétricos através da análise de variância, complementados pelo teste de comparações múltiplas de Tukey ($p < 0,05$). Os instrumentos Reciproc apresentaram significativamente menor resistência à flexão quando comparados aos outros grupos ($p < 0,05$), contudo não foram observadas diferenças entre os grupos Waveone e Unicone ($p > 0,05$). Instrumentos Unicone, quando utilizados no modo "Waveone ALL", programação pré-estabelecida do motor, apresentou significativamente menor resistência à flexão rotativa do que os outros sistemas testados ($p < 0,05$), seguido de Unicone e WaveOne usado no modo "Reciproc ALL", enquanto os instrumentos Reciproc apresentaram a maior resistência a flexão rotativa ($p < 0,05$). O novo instrumento recíprocante Unicone mostrou resistência à flexão rotativa inferior aos instrumentos Reciproc R25 e Waveone (Primary).

Palavras- chave: Resistência à Flexão, Fadiga Cíclica, Movimento Recíprocante

ABSTRACT

This study evaluated the bending resistance and the cyclic fatigue life of a new single-file reciprocating instrument Unicone (Medin, Nové Město na Moravě, Czech Republic). Reciproc (VDW, Munich, Germany) and WaveOne (Dentsply Maillefer) instruments were used as reference for comparison. Flexibility was determined by 45° bending tests by using a universal testing machine (EMIC DL 200 MP). The cyclic fatigue test was performed by using a custom-made device. For this test, an artificial canal with 60° angle and 5 mm radius of curvature was used. Scanning electron microscopy analysis was performed to determine the mode of fracture and possible deformations at the helical shaft. Statistical analysis was performed by using parametric methods, 1-way analysis of variance. Post hoc pair-wise comparisons were performed by using Tukey test for multiple comparisons ($p < 0.05$). Reciproc presented significantly lower bending resistance than the other tested systems ($p < 0.05$), while no differences were observed between WaveOne and Unicone ($p > 0.05$). Unicone used in the “WAVEONE ALL” pre-setting program presented significantly lower cyclic fatigue resistance than the other tested systems ($P < 0.05$) followed by Unicone used in the “RECIPROC ALL” pre-setting program and the WaveOne instrument, while Reciproc presented the higher cyclic fatigue resistance ($P < 0.05$). The new reciprocating instrument Unicone showed lower cyclic fatigue resistance than Reciproc R25 and WaveOne Primary files.

Key-words: Bending resistance; cyclic fatigue; reciprocating movement.

LISTA DE FIGURAS GRÁFICOS E TABELAS

Figura 01	Fotomicrografia do instrumento Reciproc. Ponta (A) haste helicoidal cônica (B) e Secção reta transversal (C)	20
Figura 02	Fotomicrografia do instrumento WaveOne. Ponta (A), haste helicoidal cônica (B). Secção reta transversal na região da ponta (C), meio (D) e próximo de D16(E)	21
Figura 03	Fotomicrografia do instrumento Unicone. Ponta (A e D), haste helicoidal cônica (B), Intermediário (C).	22
Figura 04	Dispositivo para o ensaio de flexão em 45°. Instrumento inserido na morsa e preso por um mandril de Jacob (Modificado de Soares, 2012).	24
Figura 05	Organograma dos ensaios realizados no trabalho.	26
Figura 06	Fotomicrografias realizadas em microscopia eletrônica de varredura de cada grupo estudado. A superfície fraturada indicou características morfológicas de fratura dúctil. Sistema Reciproc (A), Sistema WaveOne (B), Instrumentos Unicone utilizados na programação “RECIPROC ALL” (C) e Instrumentos Unicone utilizados na programação “WAVE ONE ALL” (D). Magnificação de 300x.	28
Tabela 01	Valores referentes da resistência à flexão (média e desvio padrão) e tempo de fratura dos grupos estudados (n=10 instrumentos por grupo e teste).	27

LISTA DE NOTAÇÕES E ABREVIATURAS

(CF)	“Cyclic Fatigue”
(CS)	Carbon Steel (Aço Carbono)
(SS)	Stainless Steel (Aço Inoxidável)
(DA)	Deformação Específica no Ângulo
(NCF)	Número de Ciclos à Fratura
(PPC)	Ciclos de Tração
(TTF)	Tempo para Fratura
CCW:	Counter Clockwise (sentido anti-horário)
CW	Cockwise (sentido horário)
NiTi	Níquel-Titânio
Rpm	Rotação por minuto

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
3. OBJETIVOS	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 Materiais	20
4.1.1 Reciproc	20
4.1.2 Instrumentos WaveOne	20
4.1.3 Instrumentos Unicone	21
4.2 Amostras	22
4.3 Ensaio de Flexão em 45°	23
4.4 Ensaio de Flexão Rotativa	24
4.5 Microscopia Eletrônica de Varredura	25
4.6 Análise Estatística	25
5. RESULTADOS	27
5.1 Ensaio de Flexão em 45°	27
5.2 Ensaio de Flexão Rotativa	27
5.3 Microscopia Eletrônica de Varredura	28
6. DISCUSSÃO	29
7. CONCLUSÃO	32
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
APÊNDICE 01: Artigo Publicado na revista Journal of Endodontics.	35

1. INTRODUÇÃO

Os instrumentos rotatórios de Níquel-Titânio (NiTi) têm sido largamente usados no preparo químico-mecânico do canal radicular. Entretanto, apesar dos benefícios, tais instrumentos apresentam risco de fratura no uso de canais curvos, fato que pode comprometer o prognóstico do tratamento endodôntico (Ankrum *et al.*, 2004). Diferentes ligas e desenhos da secção transversal têm sido propostos com o propósito de aumentar a flexibilidade e a vida em fadiga na fratura dos mesmos (Plotino *et al.*, 2012; Gambarini *et al.*, 2012).

Além disso, já foi demonstrado que uma nova cinemática (movimento recíprocante) aumenta o tempo de vida de um instrumento de NiTi, bem como sua resistência à fadiga, quando comparado a rotação contínua (Deus *et al.*, 2010; Plotino *et al.*, 2012; Kiefner *et al.*, 2014). Nesta cinemática, estes instrumentos percorrem uma distância angular menor do que instrumentos rotatórios, sendo assim sujeitos a valores mais baixos de tensão (Deus *et al.*, 2010; Kiefner *et al.*, 2014). Os sistemas Reciproc (VDW, Munique, Alemanha) e WaveOne (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça) são os principais exemplos de instrumentos únicos comercialmente disponíveis para o preparo de canais radiculares que utiliza a cinemática recíprocante.

O instrumento Unicone (Medin, Nové Město na Moravě, República Tcheca) é o mais recente produto introduzido no mercado com cinemática recíprocante. Apresenta ponta inativa e secção transversal triangular convexa. Para este sistema, são apresentados três instrumentos com diâmetros iniciais (DO) de Ø 20mm, Ø 25mm e Ø 40mm, com comprimentos estabelecidos de 21 ou 25mm; e conicidade uniforme de 0.06mm para todos os instrumentos. De acordo com o fabricante, este instrumento é fabricado utilizando uma liga de NiTi flexível, tratada termicamente e pode ser utilizado em qualquer motor endodôntico que execute programas com movimento recíprocante. O fabricante afirma ainda ser um instrumento esterilizável e capaz de realizar um preparo rápido e seguro do canal radicular. Contudo, não há estudos até o presente momento, que avaliem a flexibilidade e a flexão rotativa (fadiga) dos instrumentos Unicone.

Os motores existentes no mercado, que apresentam movimentos recíprocantes, apresentam programas já previamente delineados para cada sistema recíprocante, ou

seja Reciproc ou Wave One. O objetivo do presente estudo foi avaliar a flexibilidade e a vida em fadiga dos instrumentos Unicone comparando-os com os Reciproc R25 e Wave One Primary, utilizando diferentes programações de movimentos recíprocos nos instrumentos Unicone. E após a fratura do instrumento, foi avaliada a sua superfície para determinar o modo de fratura através de microscopia eletrônica de varredura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os Instrumentos rotatórios de níquel-titânio (NiTi) podem fraturar devido à fadiga ou torção ou ainda por uma combinação de ambas. Clinicamente instrumentos rotatórios de NiTi são submetidos a ambas cargas. Ainda não há uma especificação ou padrão internacional no ensaio de resistência à fadiga para instrumentos endodônticos de NiTi acionados a motor (Plotino *et al.*, 2009). Desta forma, há uma diversidade de dispositivos e métodos (estáticos e dinâmicos) que vêm sendo empregados no estudo *in vitro* da resistência à fadiga (Gambarini *et al.*, 2012; Plotino *et al.*, 2012; De-Deus *et al.*, 2010; De-Deus *et al.*, 2014; Pédulla *et al.*, 2013; Lopes *et al.*, 2013;). Diversidades metodológicas afetam diretamente os resultados, e um padrão internacional para ensaios de fadiga deve ser realizado para uniformizar a metodologia e permitindo comparações entre estudos (Plotino *et al.*, 2009).

De-Deus *et al.*, 2010, avaliaram a resistência à fratura por fadiga dos instrumentos ProTaper F2, utilizando-se o movimento recíprocante. Trinta instrumentos ProTaper F2 foram acionados em canais artificiais, criados a partir de um tubo de aço inoxidável, permitindo que os instrumentos simulassem sua ação dentro do canal radicular. A variável entre os grupos experimentais foi a velocidade do movimento e cinemática, além da mensuração do tempo até o momento da fratura do instrumento. O Grupo 1 (G1: n=10) apresentou velocidade de 250 rpm até fratura do instrumento, enquanto que o G2 (n=10) apresentavam uma velocidade superior de 400 rpm, ambos sob movimentos rotatórios. No terceiro grupo G3 (n=10), os instrumentos foram testados a partir de 400 rpm, mas sob movimento recíprocante. Os resultados apresentaram que sob o movimento rotatório, o G1 (250 rpm) apresentou uma média de 160 ciclos para que ocorresse a fratura, enquanto que o G2 (400 rpm) evidenciou uma média de 120 ciclos. Já o terceiro grupo, utilizando o movimento recíprocante a 400 rpm, a fratura ocorreu em média após 630 ciclos, obtendo-se assim uma maior resistência à fadiga com o uso de movimento recíprocante ($p < 0,05$). Os autores ressaltam ainda que o número de rotações por minuto (rpm) apresenta-se como um fator que influencia ensaios de fadiga ($p < 0,05$), onde instrumentos utilizados a uma velocidade de rotação de 400 rpm

falharam mais rapidamente quando os mesmos eram utilizados a 250 rpm. Concluiu-se que a cinemática do movimento está entre os fatores que determinam a resistência dos instrumentos de NiTi à fratura. Além disso, comparando-se instrumentos ProTaper F2, o uso do movimento recíprocante obteve uma maior resistência à fadiga em comparação com o movimento rotatório.

Wan *et al.*, 2011, realizaram ensaios de resistência à fadiga utilizando quatro diferentes instrumentos endodônticos de NiTi, sendo eles os sistemas K3, ProFile, GT Series X e SafeSiders. Destes, somente o grupo de instrumentos SafeSiders utiliza o movimento recíprocante, enquanto que o restante dos grupos a cinemática apresentada pelo fabricante é a rotatória. Todos os instrumentos escolhidos apresentavam o diâmetro inicial de 0,30 mm, conicidade 0,04 mm e 25mm de comprimento. O ensaio foi realizado em canais de aço inoxidável artificialmente construídos com ângulos de 30° e 45° de curvatura, e variações de 5 mm e 7,5 milímetros nos raios de curvatura. A rotação recíprocante foi operada a 2.500 rpm, enquanto que a rotatória foi operada a 250 rpm. Os valores de rotação por minuto foram verificados quanto à precisão através de um tacômetro digital a laser. Tendo o número amostral de 12 instrumentos para cada grupo e sua distribuição aleatória, o trabalho registrou o tempo e ciclos até a falha das 192 amostras estudadas. A análise estatística foi realizada com três vias de análise de variância e as comparações múltiplas de Student-Neuman-Keulsteste. Os resultados mostraram que as limas ProFile e GT Series X foram significativamente mais resistentes que os instrumentos K3 ($p < 0,001$). Não houve diferença estatística entre o ProFile e GT X ($p < 0,582$). Os autores concluíram que o movimento recíprocante prolonga a vida útil do instrumento.

Em 2012, Plotino *et al.*, avaliaram a resistência à fadiga dos instrumentos Reciproc (R25) e WaveOne (Primary) simulando sua ação dentro dos canais radiculares através de uma fabricação de canal artificial de aço inoxidável com ângulo de curvatura de 60° e um raio de curvatura de 5mm. Cada sistema foi utilizado de acordo com o programa pré-estabelecido pelo fabricante. Os resultados evidenciaram que os instrumentos Reciproc R25 obtiveram um aumento significativo no tempo médio para fraturar quando comparada ao instrumento Waveone ($P < 0,05$). Desta forma os autores

concluíram que, de acordo com o modelo experimental, os instrumentos Reciproc obtiveram uma maior resistência à fadiga quando comparado ao WaveOne.

Ainda em 2012, Gambarini *et al.*, avaliaram a resistência à fadiga de instrumentos de NiTi. Para tal, cinquenta instrumentos K₃XF (SybronEndo, Glendora, CA, EUA) foram acionados através do motor Endo Satelec Dupla (Acteon, França). Este motor permite ao usuário modificar os ângulos do movimento recíprocante em ambos os sentidos: horário (clockwise-CW) e anti-horário (counter-clockwise-CCW). Todos os instrumentos apresentaram diâmetros iniciais de Ø 0,40mm, conicidade 0,06mm e foram divididos aleatoriamente em 5 grupos para o ensaio de fadiga. Os 4 primeiros grupos realizaram movimento recíprocante com diferenças no ângulo no sentido horário, modificando assim o ângulo de progresso para cada ciclo em movimento recíprocante. O grupo 5 (grupo controle) foi testado em rotação contínua. A hipótese do estudo é de que o aumento no ângulo no sentido horário e conseqüentemente aumento do ângulo de progressão, utilizando-se movimento recíprocante, aumenta a resistência à fadiga. A divisão dos quatro primeiros grupos apresentou-se da seguinte maneira: GI: ângulo de 90° em CW e 30° em CCW (ângulo de progressão para cada ciclo em movimento recíprocante de 60°); G II: ângulo de 150° em CW e 30° em CCW (ângulo de progressão para cada ciclo recíprocante de 120°); GIII: ângulo de 210° em CW e 30° em CCW (ângulo de progressão para cada ciclo recíprocante de 180°); GIV: ângulo de 390° em CW e 30° em CCW (ângulo de progressão para cada ciclo recíprocante de 360°). A velocidade para todos os grupos foi mantida em 300 rpm até o momento da fratura, com o tempo registrado. Os resultados evidenciaram que os grupos que utilizaram movimento recíprocante (GI-GIV) apresentaram maior tempo de fratura, quando comparado ao grupo controle de rotação contínua ($p < 0,05$). A análise entre grupos recíprocantes, o tempo médio foi significativamente maior no GI, seguido pelo GII. Contudo, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os grupos III e IV ($p=0,251$). Os autores concluíram que a modificação na cinemática do movimento recíprocante tem influência sobre ensaios de fadiga nos instrumentos de NiTi testados.

Kim *et al.*, em 2012, compararam a resistência à fadiga e resistência à torção dos instrumentos Reciproc e Wave One, como grupos experimentais. A metodologia abordou um ensaio de fadiga com entrada e saída do instrumento no canal radicular, simulando a

utilização clínica. Ambos os grupos experimentais apresentam uniformidade quanto a diâmetro inicial (\varnothing de 0,25mm), conicidade de 0,08mm/mm no terço apical e 25 mm de comprimento, contudo diferiram na secção transversal. Instrumentos Reciproc apresentam uma secção transversal em forma de “S”, enquanto instrumentos Wave One apresentam uma secção transversal triangular côncava. Um grupo controle, sob movimentos de rotação contínua de 300 rpm, utilizou instrumentos ProTaper F2 de diâmetro inicial \varnothing de 0,25 mm, conicidade apical de 0,08mm/mm e secção transversal triangular convexa. Dez instrumentos de cada grupo foram utilizados no ensaio de fadiga e resistência à torção, sendo o mesmo previamente inspecionado sob estereomicroscópio para descarte de instrumentos com deformações. O ensaio de fadiga utilizou um canal de aço temperado com 0,6 mm diâmetro apical, de raio 6,06 mm, e 45° de ângulo de curvatura. Os instrumentos dos grupos experimentais foram acionados através do motor endodôntico VDW Silver (VDW, Munique, Alemanha) de acordo com a programação recomendada para cada sistema, ou seja, instrumentos Reciproc foram utilizados na programação RECIPROC ALL e Wave One utilizados na programação WAVE ONE ALL. Os resultados evidenciaram que instrumentos Reciproc apresentaram uma maior vida em fadiga quando comparados aos Wave One. Ambos os instrumentos recíprocos demonstraram elevada resistência à fadiga e resistência à torção que os instrumentos ProTaper ($P < 0,05$). A análise microscópica evidenciou características morfológicas típicas de fadiga e fratura por torção em todos os instrumentos. Os autores concluíram que as duas marcas de instrumentos de NiTi para uso com um movimento recíproco apresentam propriedades mecânicas superiores, dentro do modelo de ensaio estudado.

Arias *et al.*, em 2012, objetivaram comparar a resistência à fadiga dos novos instrumentos recíprocos confeccionados com a liga M-Wire (Reciproc e Wave One) com valores para estes ensaios mensurados em 2 comprimentos diferentes: 5 e 13 mm a partir da extremidade. Sessenta instrumentos de cada fabricante foram fixados a um dispositivo mimetizando o canal radicular, feito de aço temperado, com um raio de 3 mm e um ângulo de 60° curvatura. O tempo da fratura foi mensurado para cada grupo. Os resultados apresentados evidenciaram maior tempo de uso de instrumentos Reciproc até a fratura quando comparados a instrumentos Wave One, sendo esta diferença

estatisticamente significativa somente no ensaio mensurado no comprimento de 13 mm. Conclui-se que a detecção de diferenças de resistência entre fadiga em diferentes partes dos instrumentos pode ser clinicamente relevante quando um único instrumento é utilizado para modelar todo o canal radicular no processo de instrumentação.

Em 2013, Lopes *et al.*, avaliaram a influência da flexibilidade e fadiga de instrumentos endodônticos, sob diferentes movimentos de cinemática. Foram comparados os instrumentos Reciproc operados sob movimento reciprocante e Mtwo, sob rotação contínua. Ambos os instrumentos foram selecionados com diâmetros iniciais de \varnothing 0,25mm e 25 mm de comprimento, contudo há diferenças na conicidade entre eles. Instrumentos Reciproc apresentam conicidade uniforme de 0.08mm/mm nos 3mm apicais, enquanto que instrumentos Mtwo possuem conicidade uniforme de 0,06 mm/mm. Os resultados de carga máxima (em gramas força) evidenciaram resistência à flexão (carga máxima em gramas) de 274,9 gf para instrumentos Reciproc e 429 gf para Mtwo. Os ensaios de fadiga, os resultados do grupo Reciproc foram 214,5s para os testes estáticos e 286,3s para testes dinâmicos; e para instrumentos Mtwo: 38,9 e 99s, respectivamente testes estáticos e dinâmicos. Houve diferenças significativas em todos os testes ($p < 0,05$ - teste t de Student). Os resultados mostraram um aumento na resistência à fadiga para instrumentos que possuíam maior flexibilidade, acionado sob movimento reciprocante, e resultados similares no modelo de ensaio dinâmico. Esses achados reforçam a teoria de que a utilização do movimento reciprocante é um meio de prolongar a vida em fadiga dos instrumentos endodônticos de NiTi durante a instrumentação de canais de curvos.

Kiefner *et al.*, em 2014, realizaram uma comparação a resistência à fadiga de dois instrumentos de NiTi geometricamente semelhantes, variando o movimento: reciprocante e rotatório contínuo. Foram utilizados instrumentos Reciproc nos grupos I e II, sob movimentos reciprocantes e instrumentos Mtwo, nos grupos III e IV, sob rotação contínua. Todos os grupos continham 18 instrumentos cada e diâmetros iniciais \varnothing de 0,25 mm e 0,40 mm. Para padronização e confiabilidade do experimento, os instrumentos testados foram examinados, sob um estereomicroscópio, para o descarte de instrumentos com defeitos ou deformidades. Um canal artificial (diâmetro: 1,4 mm; ângulo de curvatura: 60°; e raio de curvatura: de 5 mm) foi criado com o intuito de

simular condições clínicas. O tempo para fratura (TTF), ciclos de tração (PPC), número de ciclos à fratura (NCF) foram determinados, e a fratura da superfície do instrumento foi visualizada sob microscópio eletrônico de varredura. Os resultados apresentaram uma diferença significativa ($P < 0,0001$) para a resistência a fadiga entre o movimento recíprocante e rotatório. O NCF para instrumentos Reciproc foi significativamente mais elevado. Os autores concluíram que movimento recíprocante aumenta a resistência à fadiga de instrumentos de NiTi.

De Deus *et al.*, em 2014, avaliaram a resistência à flexão e fadiga (dinâmica e estática) dos instrumentos Reciproc R40 e Wave One. Instrumentos com 25 mm de comprimento e diâmetro inicial de \varnothing 0,40mm foram selecionados a partir de 3 lotes diferentes. Para padronização e confiabilidade do experimento, os instrumentos testados foram examinados, sob um estereomicroscópio, para o descarte de instrumentos com defeitos ou deformidades. Foi utilizado um canal artificial com 1,4 mm de diâmetro e 19 mm de comprimento, de aço inoxidável. O instrumento fraturado foi analisado sob microscopia eletrônica de varredura para determinar o modo de fratura. Os resultados evidenciaram que instrumentos Wave One apresentaram maior resistência à flexão quando comparados aos Reciproc ($P < 0,05$). Para ensaios de fadiga, tanto estáticos como dinâmicos, instrumentos Reciproc mostraram significativa resistência à fadiga cíclica ($P < 0,05$). Os autores concluíram que os instrumentos Reciproc R40 resistiram mais aos testes de fadiga, dinâmico e estático e; instrumentos Wave One apresentaram menor flexibilidade.

Grande *et al.*, em 2015, apresentaram que na Endodontia contemporânea, a evolução da instrumentação mecânica foi fundamental. O primeiro motor introduzido no mercado, em 1925, girava sob rotação contínua combinado com movimentos verticais. Contudo, a rigidez dos instrumentos da época levou ao fracasso deste sistema. Seguindo historicamente, foi consolidada o uso de instrumentos rotatórios, como Gates Glidden utilizadas seguramente somente na parte cervical do preparo mecânico. A partir do desenvolvimento tecnológico das ligas, nas quais estes instrumentos são confeccionados, foi possível repensar no uso de movimentos rotatórios para o preparo de todo canal radicular. Mais recentemente, a introdução do uso de movimentos recíprocantes, com variações na angulação, tem apresentado bons resultados. Contudo,

a fratura ainda continua sendo o principal desafio para o uso de instrumentos acionados a motor. Estudos vêm mostrando que dependendo da variação da angulação do movimento recíprocante, tipo de liga de NiTi tratadas termicamente e desenho do instrumento, geram resultados diferentes nos ensaios mecânicos.

O estudo das propriedades mecânicas dos instrumentos recíprocantes é importante para o entendimento do seu comportamento clínico. Silva *et al.*, em 2016 estudaram os instrumentos Reciproc R25, WaveOne e ProDesign R tratados ou não termicamente. Os instrumentos ProDesign R não tratados apresentaram menor flexibilidade entre os sistemas testados ($p < 0.05$). Não foram observadas diferenças entre os instrumentos ProDesign R e Reciproc quanto a resistência a flexão em 45° ($p > 0.05$). Os instrumentos ProDesign R apresentaram o maior tempo para a fratura em flexão rotativa ($p < 0.05$). Em contraste, os instrumentos ProDesign R não tratados termicamente e WaveOne apresentaram menor tempo para fratura que os Reciproc ($p < 0.05$).

3. OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi avaliar a flexibilidade e a vida em fadiga dos instrumentos Unicone 25 e comparar com os instrumentos Reciproc R25 e Wave One Primary, determinando qual programação (RECIPROC ALL ou WAVEONE ALL) promove melhor vida em fadiga dos instrumentos Unicone.

Objetivos Específicos

- 1) Determinar a flexibilidade dos instrumentos testados através do ensaio de flexão em 45°.
- 2) Avaliar a flexão rotativa (fadiga) de instrumentos Unicone 25 em diferentes programações para movimentos recíprocos (RECIPROC ALL e WAVEONE).
- 3) Avaliar através de microscopia eletrônica de varredura a superfície morfológica e da seção reta transversal para determinar os padrões de fratura.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Materiais

Todos os instrumentos, deste estudo, foram utilizados sob cinemática recíproca e apresentavam diâmetro inicial \emptyset de 0,25mm, com comprimento total de 25mm.

4.1.1 Reciproc

De acordo com o fabricante, são instrumentos confeccionados por usinagem com ligas de NiTi tratadas termicamente patenteada como liga M-Wire. São apresentados comercialmente com 21 e 25 de comprimento e diâmetros iniciais de \emptyset 0,25 mm; 0,40 mm e 0,50 mm. Apresentam secção transversal em “S (Figura 01). A recomendação de uso destes instrumentos é sob movimento recíproco, na programação “RECIPROC ALL”, que exerce uma rotação de 150° no sentido anti-horário e 30° horário com uma velocidade constante de 300 rpm.

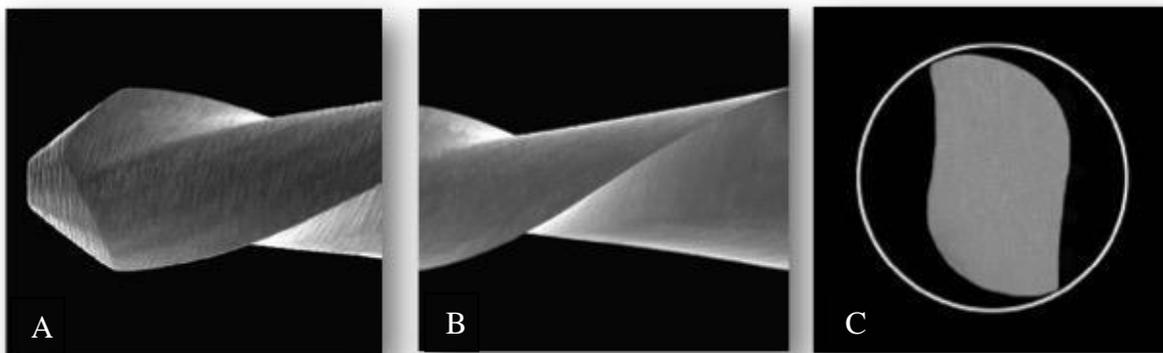


Fig.1- Fotomicrografia do instrumento Reciproc. Ponta (A) haste helicoidal cônica (B) e Secção reta transversal (C) (Gentiliza do Prof. Victor Talarico Vieira).

4.1.2 Instrumentos WaveOne

De acordo com o fabricante, são instrumentos confeccionado por usinagem com ligas de NiTi tratadas termicamente patenteada como liga M-Wire (Figura 02). São

apresentados comercialmente com 21 e 25 de comprimento e diâmetros iniciais de \varnothing 0,25 e 0,40mm. Apresentam-se comercialmente divididos em instrumentos “Primary” e “Large”, os quais possuem conicidades variadas e instrumento “Small” com conicidade uniforme ao longo do instrumento. A recomendação de uso destes instrumentos é sob movimento recíprocante, na programação “WAVE ONE ALL”, a qual promove uma rotação de 170° no sentido anti-horário e 50° horário com um velocidade constante de 350 rpm.

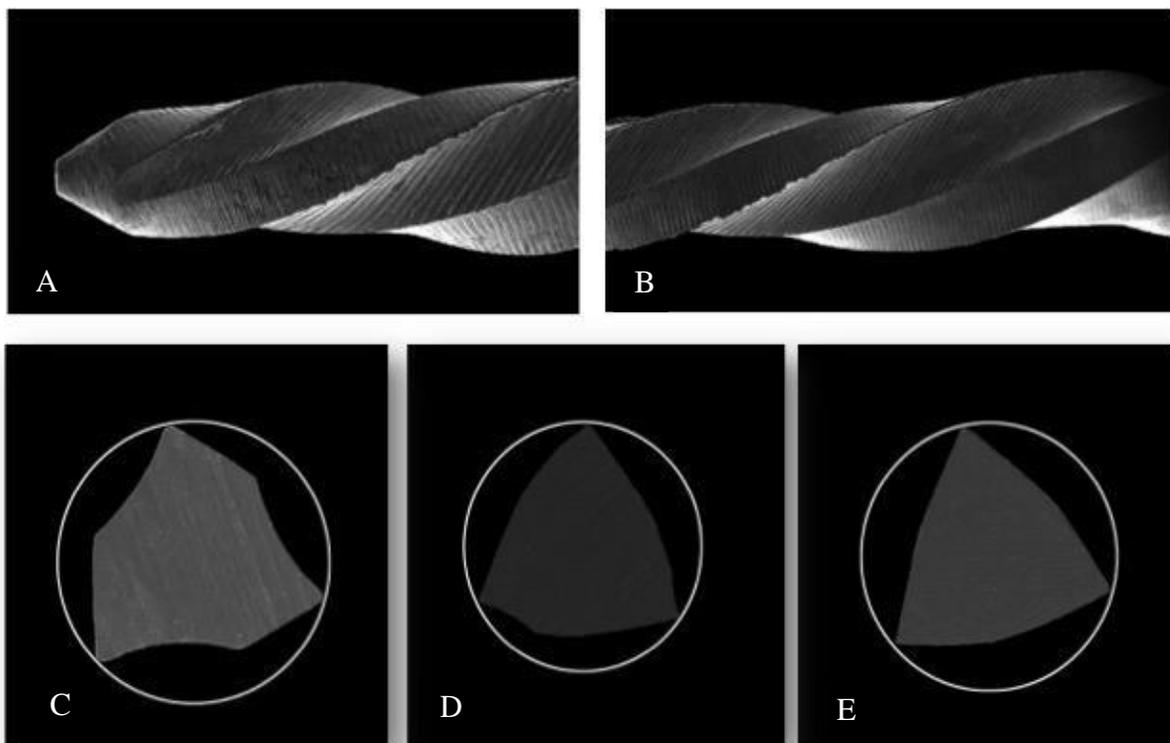


Fig.2 - Fotomicrografia do instrumento WaveOne. Ponta (A), haste helicoidal cônica (B). Secção reta transversal na região da ponta (C), meio (D) e próximo de D16(E) (Gentileza do Prof. Victor Talarico Vieira).

4.1.3 Instrumentos Unicone

São instrumentos confeccionado pelo processo de usinagem empregando ligas de NiTi tratadas termicamente (Fig.3). São apresentados comercialmente com 21 e 25

de comprimento e diâmetros iniciais \emptyset de 0.25 e 0.40mm. De acordo com o fabricante, a variação do desenho da secção transversal garante uma ideal combinação entre resistência e flexibilidade. O instrumento pode ser utilizado em qualquer motor endodôntico que apresente movimento recíprocante.

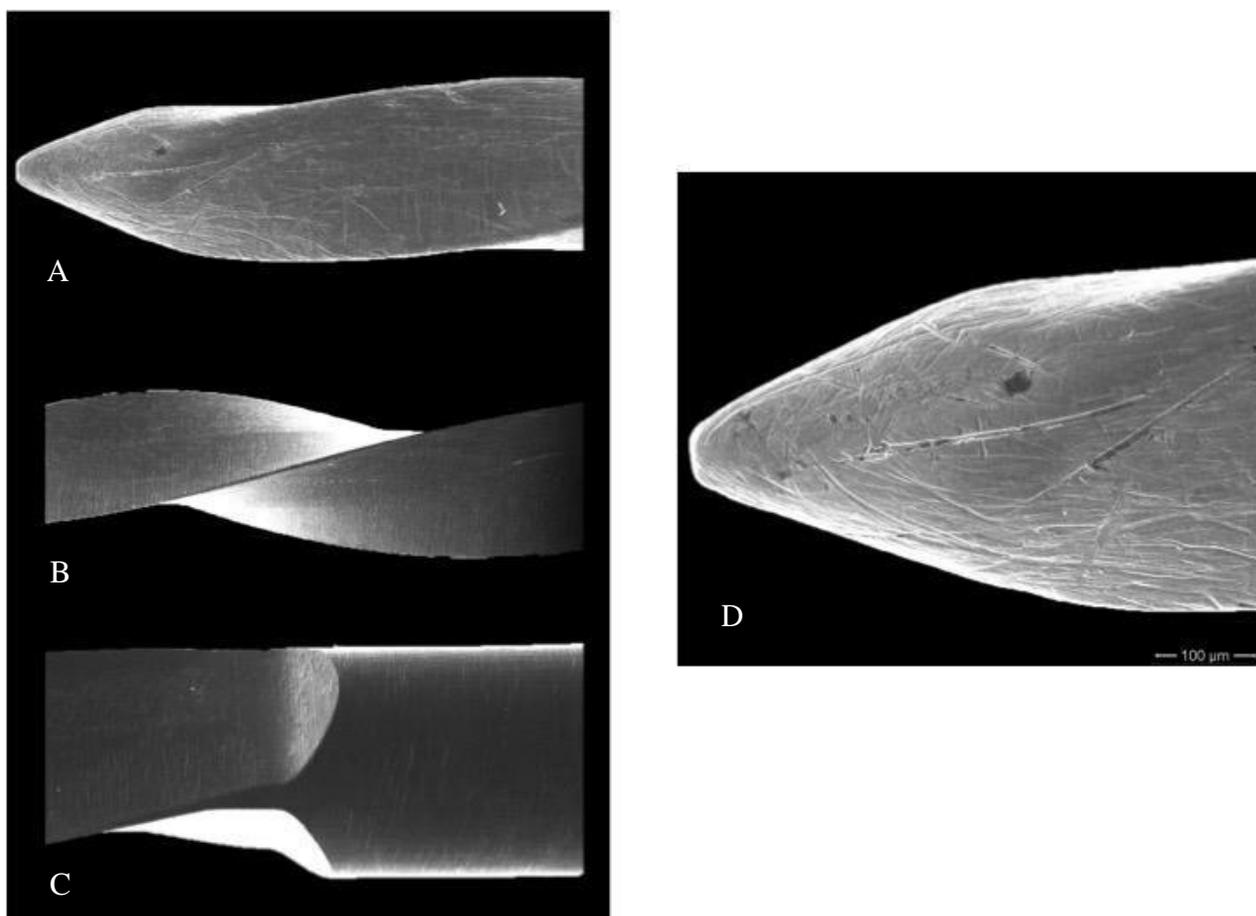


Figura 03: Fotomicrografia e do instrumento Unicorn. Ponta (A e D), haste helicoidal cônica (B), Intermediário (C) (Gentileza do Prof. Victor Talarico Vieira).

4.2 Amostras

Uma amostra de 70 instrumentos de NiTi, utilizando movimento recíprocante foram testados. Os grupos foram divididos em: 1) Reciproc R25 (n=20), 2) Wave One Primary (n=20) e 3) Unicorn 25 (n=30).

Dez instrumentos de cada grupo foram utilizados no ensaio de flexão rotativa, com diferentes programações recíprocas para o grupo Unicone, foram utilizados dez instrumentos para cada condição. O grupo de instrumentos Unicone foi dividido aleatoriamente em 02 grupos de 10 instrumentos, os quais utilizaram as programações, apresentadas no motor endodôntico VDW Silver (VDW, Munique, Alemanha), RECIPROC ALL ou WAVE ONE ALL.

Os instrumentos Reciproc25, Wave One Primary e Unicone 25 foram selecionados aleatoriamente, onde todos apresentam o diâmetro inicial de 0,25mm. O instrumento Unicone apresenta conicidade nominal de 0,06mm/mm, enquanto que Reciproc R25 e Wave One Primary apresentam 0,08 mm/mm nos três milímetros apicais. Para a padronização e confiabilidade dos ensaios, foram selecionados instrumentos novos, os quais também foram examinados e descartados quando presentes defeitos e deformidades sob o estereomicroscópio (Opticam) .

4.3 Ensaio de Flexão em 45°

Os ensaios de flexão em 45° foram realizados com uma máquina de ensaio universal DL 200MF (Emic, São José dos Pinhais, Brazil). A célula de carga utilizada foi de 20N. Nos ensaios determinou-se a variação das forças para flexionar os instrumentos até 45°. Os instrumentos foram submetidos aos ensaios com base na norma n° 28 da ANSI/ADA (Elias *et al.*, 2013). Uma morsa de aço protegida com uma lâmina de cobre foi usada para imobilizar os instrumentos à 3mm da ponta. Os cabos dos instrumentos foram mantidos à 45° fixados em uma morsa confeccionada propriamente para o ensaio conforme ilustrado na Fig. 4. Os resultados foram analisados pelo programa Tesc versão 3.04 onde registrou-se: a força máxima (gf), as forças em no ângulo de 45°, correspondente ao ponto de deslocamento 13mm, e a deformação na força máxima (mm).

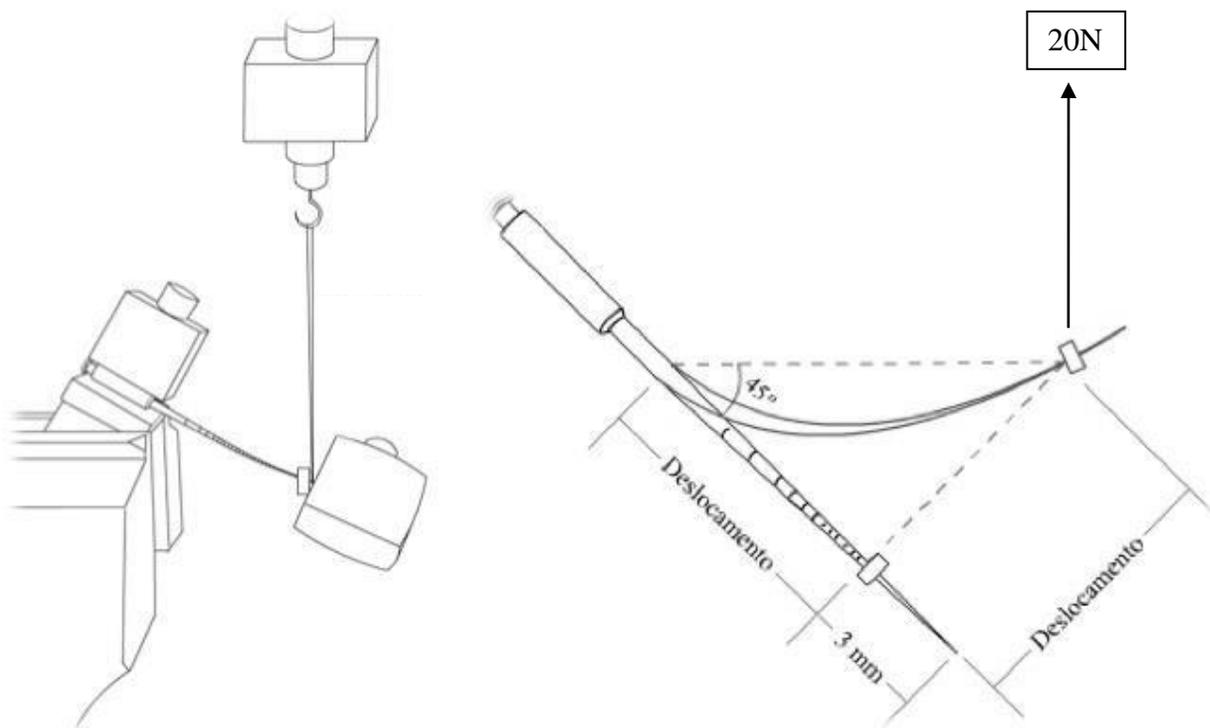


Fig. 4 - Dispositivo para o ensaio de flexão em 45° . Instrumento inserido na morsa e preso por um mandril de Jacob (Modificado de Soares, 2012).

4.4 Ensaio de Flexão Rotativa

O ensaio de flexão rotativa foi realizado utilizando um dispositivo propriamente confeccionado para o ensaio conforme descrito em Moreira, 2006. O canal artificial foi confeccionado em um formato correspondente as dimensões dos instrumentos testados. Tal situação promoveu uma simulação de um canal radicular com um ângulo de curvatura de 60° e 5 mm de raio de curvatura. O centro da curvatura foi estabelecido em 5mm da ponta do instrumento, e o segmento curvado do canal apresentou 5mm de comprimento.

Dez instrumentos de cada sistema recíprocante foram ativados usando um contra-ângulo redutor em 6:1 (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Alemanha) acionado por um motor com controle de torque (Silver Reciproc; VDW, Munique, Alemanha) usando as programações pré-definidas para os sistemas Reciproc e WaveOne

(“RECIPROC ALL” e “WAVEONE ALL”, respectivamente), conforme sugerido pelo fabricante. Dez instrumentos Unicore foram testados na programação “RECIPROC ALL” e dez na programação “WAVEONE ALL”. Os instrumentos foram ensaiados estando livre no interior do canal, o qual foi preenchido com glicerina para a redução de fricção e produção de calor. O tempo foi mensurado até o momento da fratura. A mesma foi detectada visualmente ou audivelmente. A fim de evitar erros humanos, foi realizada uma gravação em vídeo simultaneamente, e o tempo da fratura do instrumento foi verificado para a anotação final.

4.5 Microscopia Eletrônica de Varredura

Posteriormente ao ensaio de flexão rotativa, os instrumentos fraturados foram limpos, imersos em álcool absoluto, utilizando-se banho ultrassônico. A análise da superfície da fratura foi realizada sob um microscópio eletrônico de varredura (JSM 5800; JEOL, Tokyo, Japan) com o intuito de determinar o tipo de fratura.

4.6 Análise Estatística

Uma análise preliminar dos dados foi realizada para verificar a normalidade dos dados (Teste D’Agostino & Pearson de normalidade), a análise estatística foi realizada através de testes paramétricos, utilizando a análise de variância (ANOVA) e o teste de comparações múltiplas de Tukey. O nível de significância (α) foi de 5%. Os programas utilizados na estatística analítica foram o SPSS 11.0 (SPSS Inc, Chicago, IL) e o Origin 6.0 (Microcal Software, Inc, Northampton, MA).



Fig. 5 – Organograma dos ensaios realizados no trabalho.

5. RESULTADOS

5.1 Ensaio de Flexão em 45°

Os valores para flexionar os instrumentos ensaiados até 45° estão apresentados na Tab. 1. Os instrumentos apresentaram a seguinte ordem de flexibilidade: Reciproc R25 > Unicone = WaveOne Primary. Os instrumentos Reciproc R25 apresentaram significativamente menor resistência à flexão quando comparados aos outros instrumentos testados ($P < 0.05$). Não houve diferença estatística entre os grupos WaveOne e Unicone ($P > 0.05$).

5.2 Ensaio de Flexão Rotativa

A Tab. 1 apresenta a média \pm desvio padrão da resistência à flexão e o teste de flexão rotativa de cada grupo estudado. Instrumentos Unicone utilizados na programação “WAVEONE ALL” apresentaram resistência à fadiga significativamente menor quando comparados aos outros grupos testados ($P < 0.05$) seguido pelo grupo de instrumentos Unicone acionados com a programação “RECIPROC ALL” e sistema Wave One. O grupo composto pelo sistema Reciproc apresentou a maior resistência a fadiga ($P < 0.05$). A ordem decrescente de resistência à fadiga dos instrumentos testados foi: Recipro R25 > WaveOne Primary > Unicone (RECIPROC ALL) > Unicone (WAVEONE ALL).

Tab. 1- Valores referentes da resistência à flexão (média/desvio padrão) e tempo de fratura dos grupos estudados ($n=10$ instrumentos por grupo e teste).

Instrumentos	Carga Máxima (g)	Tempo para Fratura (sec)
Reciproc R25	293.7 ± 15.45^A	214.7 ± 29.1^A
Unicone “RECIPROC ALL”	480.7 ± 22.96^B	55.0 ± 6.5^C
Unicone “WAVEONE ALL”	-----	41.4 ± 4.8^D
WaveOne Primary	519.7 ± 23.4^B	98.3 ± 16.4^B

Letras diferentes representam diferença estatisticamente significativa ($P < 0.05$).

5.3 Microscopia Eletrônica de Varredura

Na Fig. 6, observa-se as fotomicrografias realizadas em microscopia eletrônica de varredura de cada grupo estudado. Todos os instrumentos testados apresentaram características morfológicas de fratura dúctil. Não houve deformação plástica no eixo helicoidal dos instrumentos.

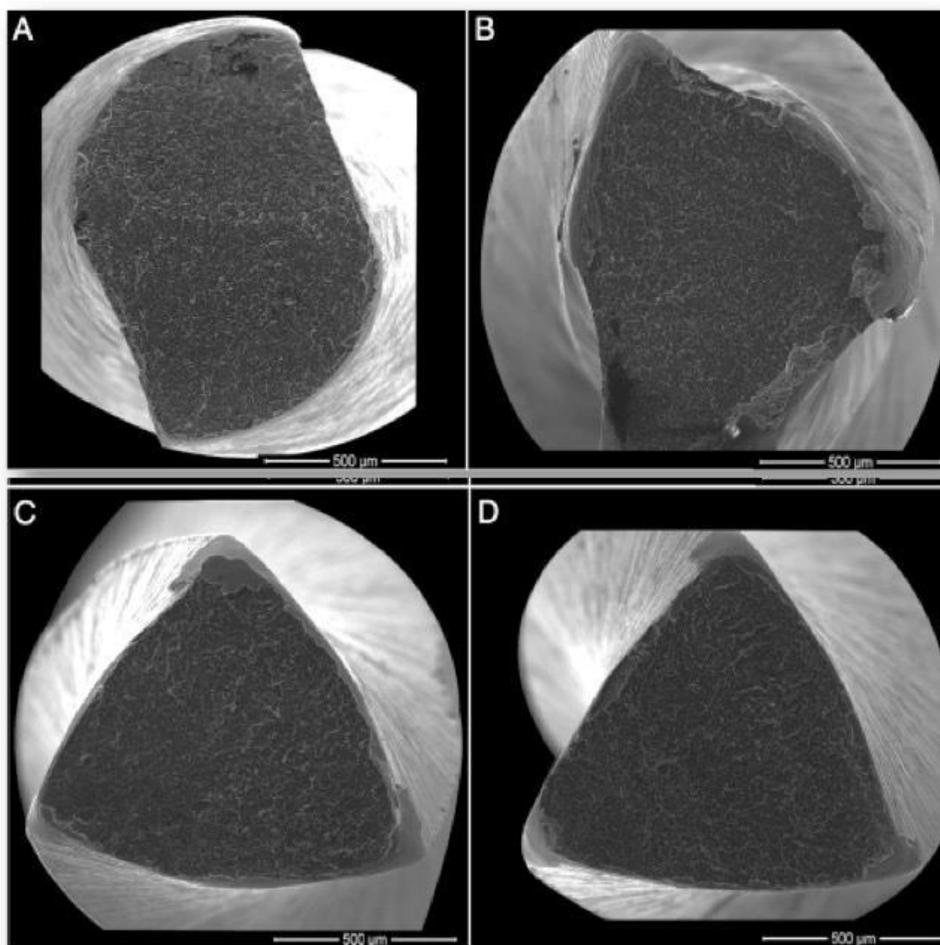


Figura 06: A superfície de fratura indicou características morfológicas de fratura dúctil. Sistema Reciproc (A), Sistema WaveOne (B), Instrumentos Unicone utilizados na programação “RECIPROC ALL” (C) e Instrumentos Unicone utilizados na programação “WAVE ONE ALL” (D). Magnificação de 300x.

6. DISCUSSÃO

Estudos prévios sugerem modelos dinâmicos de fadiga para a avaliação da resistência a fadiga de instrumentos de NiTi (De-Deus *et al.*, 2010; Lopes *et al.*, 2013; Kiefner *et al.*, 2014). De fato, modelos dinâmicos aproximam-se melhor do movimento clínico da instrumentação dos canais radiculares (Plotino *et al.*, 2009); entretanto estes ensaios apresentam alguns vieses. Primeiramente, os instrumentos testados não delineiam uma trajetória precisa. Também, a velocidade e amplitude dos movimentos axiais não podem ser padronizadas em modelos dinâmicos, sendo estas variáveis de difícil controle. É duvidoso se o avanço é constante e simula uma condição clínica, quando este ensaio é executado manualmente (Wan *et al.*, 2011). Desta forma, a fim de minimizar variáveis que possam causar a fratura dos instrumentos durante o ensaio, para este estudo foi escolhido o modelo estático de fadiga.

Os primeiros resultados deste estudo demonstraram que o tempo de fadiga dos instrumentos Reciproc foi significativamente maior quando comparado aos outros grupos testado. Vários estudos prévios corroboram com tais resultados, evidenciando melhores resultados para o Sistema Reciproc quando comparado ao Sistema Wave One (Plotino *et al.*, 2012; Arias *et al.*, 2012; Plotino *et al.*, 2015). Entretanto, destaca-se o ineditismo deste estudo devido ao grupo de instrumentos Unicone, os quais devem ser acionados com o movimento recíprocante. Objetivou-se também estudar para os instrumentos Unicone qual programação teria melhor efeito na vida em fadiga dos mesmos (RECIPROC ALL e WAVEONE ALL).

Embora o diâmetro inicial dos instrumentos Unicone, Reciproc R25 e WaveOne Primary são o mesmo (\emptyset inicial de 0,25mm), há uma diferença de conicidade entre os grupos. Enquanto que instrumentos Reciproc R25 e WaveOne Primary apresentam uma conicidade do terço apical de 0,08 mm/mm, instrumentos Unicone possuem uma conicidade uniforme de 0,06 mm/mm nos 16mm de parte ativa. De forma isolada, uma menor conicidade assegura melhores resultados. Contudo, outras variáveis devem ser relacionadas. A diferença na secção transversal também pode influenciar nos resultados de fadiga; quanto maior a área da secção transversal maior será a tensão a flexão e torção (De-Deus *et al.*, 2014). Da mesma forma, desenho dos instrumentos (diâmetro,

número de hélices e ângulo helicoidal) também podem apresentar significativa influência na resistência a fadiga.

Os sistemas Reciproc e WaveOne são confeccionados com a mesma liga de NiTi (M-Wire), enquanto instrumentos Unicone apresentam-se manufacturados com uma liga diferente (também um tratamento térmico, mas não detalhado pelo fabricante). A fabricação nas diferentes ligas podem explicar a diferença nos resultados.

As programações pré-existentes (“RECIPROC ALL” e “WAVEONE ALL”) em motores endodônticos permitem diferentes ângulos de rotação e velocidade. A programação “RECIPROC ALL” possui uma incursão de 150° no sentido anti-horário e 30° no horário com um velocidade constante de 300 rpm, enquanto que no modo “WAVEONE ALL”, teremos uma rotação de 170° no sentido anti-horário e 50° horário com velocidade constante de 350 rpm (Kim *et al.*, 2012; Grande *et al.*, 2015). Estas diferenças nas angulações do movimento também influenciam na resistência a fadiga dos instrumentos reciprocantes. Um recente estudo, utilizando um método visual em alta velocidade, revelou que a cinemática reciprocante é mais complexa do que aparenta (Fidler, 2014), e que os valores observados diferem dos valores declarados pelos fabricantes especialmente nos ângulos de rotação horário e anti-horário. A programação “RECIPROC ALL” demonstrou valores no sentido anti-horário de 158,60° com variações de $\pm 1,56^\circ$ e $34,65^\circ$ para o sentido horário com variação de $\pm 1,13^\circ$, para uma velocidade de $282,92 \pm 3,70$ rpm. Para a modo “WAVEONE ALL”, este estudo revelou valores de rotação anti-horária de 159.85° com variações de $\pm 1,04^\circ$ e $41,44^\circ \pm 1,49^\circ$ para o sentido horário, girando a uma velocidade de $346,36 \pm 2,81$ rpm.

Kim *et al.*, em 2012, apresentaram resultados que diferentes programações de movimentos reciprocantes não influenciariam na fratura por fadiga. Em contraste, nosso estudo demonstrou que instrumentos Unicone usados na programação “RECIPROC ALL” apresentaram uma maior resistência à fadiga do que quando os mesmos foram utilizados na programação “WAVEONE ALL”.

Os resultados deste trabalho indicaram que os instrumentos Unicone e Wave One apresentam maior resistência à flexão em 45° quando comparados a instrumentos Reciproc ($P < 0.05$). Tal resultado indica que instrumentos Reciproc apresentam-se significativamente mais flexíveis do que os outros instrumentos mencionados. Em geral,

instrumentos rígidos apresentam um número menor de ciclos para a fratura devido a maiores níveis de tensão no ponto máximo de flexão no interior do canal simulado, como observado em estudos prévios (Lopes *et al.*, 2012; De-Deus *et al.*, 2014).

A análise de fotomicrografias, obtidas em microscopia eletrônica de varredura, evidenciou um padrão de fratura do tipo dúctil, com presença de microcavidades. Foi possível observar a região de início de propagação das trincas e as áreas de falha catastrófica, sem diferenças morfológicas das superfícies de fratura dos grupos estudados.

7. CONCLUSÕES

- 1) Todos os instrumentos testados apresentaram fratura do tipo dúctil. A programação do motor (RECIPROC ALL, WAVEONE ALL) utilizada no ensaio de flexão rotativa não influenciou o modo de fratura dos instrumentos Unicone.
- 2) Os instrumentos apresentaram cargas para flexão em 45° distintas ($p < 0,05$). Os instrumentos apresentaram a seguinte ordem de flexibilidade: Reciproc R25 > Waveone Primary > Unicone 25.
- 3) Os instrumentos apresentaram diferença estatisticamente significativa no tempo para a fratura ($p < 0,05$). A resistência à flexão rotativa apresentou a seguinte ordem: Reciproc R25 > Waveone > Unicone (RECIPROC ALL) > Unicone (WAVEONE ALL).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ankrum MT, Hartwell GR, Truitt JE. K3 Endo, ProTaper, and ProFile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. *J Endod* 2004;30:234-7.
- De-Deus G, Moreira EJ, Lopes HP, Elias CN. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *Int Endod J* 2010;43:1063-8.
- Moreira JLM, Análise da Fratura de instrumentos endodônticos de NiTi. – Tese (Doutorado)- Instituto Militar de Engenharia-Rio de Janeiro, 2006.
- Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Int Endod J* 2012;45:614-8.
- Gambarini G, Rubini AG, Al Sudani D, et al. Influence of different angles of reciprocation on the cyclic fatigue of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 2012;38:1408-11.
- Kiefner P, Ban M, De-Deus G. Is the reciprocating movement per se able to improve the cyclic fatigue resistance of instruments? *Int Endod* 2014;47:430-6.
- Lopes HP, Elias CN, Vieira MV et al. Fatigue life of Reciproc and Mtwo instruments subjected to static and dynamic tests. *J Endod* 2013;39:693-6.
- Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Gambarini G, Rapisarda E. Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2013;39:258-61.
- Plotino G, Grande NM, Cordaro M, Testarelli L, Gambarini G. A review of cyclic fatigue testing of nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2009;35:1469-76.
- Wan J, Rasimick BJ, Musikant BL, Deutsch AS. A comparison of cyclic fatigue resistance in reciprocating and rotary nickel-titanium instruments. *Aust Endod J* 2011;37:122-7.
- Arias A, Perez-Higuerras JJ, de la Macorra JC. Differences in cyclic fatigue resistance at apical and coronal levels of Reciproc and WaveOne new files. *J Endod* 2012;38:1244-8.
- Plotino G, Ahmed HM, Grande NM, Cohen S, Bukiet F. Current assessment of reciprocation in endodontic preparation: comprehensive review – Part II: Properties and effectiveness. *J Endod* 2015;41:1939-50.

De-Deus G, Vieira VT, Silva EJ, Lopes H, Elias CN, Moreira EJ. Bending resistance and dynamic and static cyclic fatigue life of Reciproc and WaveOne large instruments. J Endod 2014;40:575-9.

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

Grande NM, Ahmed HM, Cohen S, Bukiet F, Plotino G. Current assessment of reciprocation in endodontic preparation: a comprehensive review – Part I: Historic perspectives and current applications. J Endod 2015;41:1778-83.

Fidler A. Kinematic of 2 reciprocating endodontic motors: the difference between actual and set values. J Endod 2014;40:990-4.

Silva EJNL, Rodrigues C, Vieira VTL, Belladonna FG, De-Deus G, Lopes HP. Bending resistance and cyclic fatigue of a new heat-treated reciprocating instrument. Scanning 2016 Vol. 38, 837–841.

Soares TG. Ensaio de flexão em 45° e de flexão rotativa (estático e dinâmico) de dois instrumentos mecanizados de NiTi. - Dissertação (Mestrado). Universidade Estacio de Sá-Rio de Janeiro, 2012.

Bending Resistance and Cyclic Fatigue Life of Reciproc, Unicone, and WaveOne Reciprocating Instruments

Emmanuel João Nogueira Leal Silva, DDS, MSc, PbD,* Laise Silva Villarino, DDS,* Victor Talarico Leal Vieira, DDS, MSc, PbD,* Thais Accorsi-Mendonça, DDS, MSc, PbD,* Henrique dos Santos Antunes, DDS, MSc, PbD,* Gustavo De-Deus, DDS, MSc, PbD,* and Hélio Pereira Lopes, DDS, MSc, PbD[†]

Abstract

Introduction: This study evaluated the bending resistance and cyclic fatigue life of a new single-file reciprocating instrument (Unicone; Medin, Nové Město na Moravě, Czech Republic). Reciproc (VDW, Munich, Germany) and WaveOne (Dentsply Maillefer) instruments were used as references for comparison. **Methods:** Flexibility was determined by 45° bending tests using a universal testing machine. The cyclic fatigue test was performed using a custom-made device. For this test, an artificial canal with a 60° angle and a 5-mm radius of curvature was used. Scanning electron microscopic analysis was performed to determine the mode of fracture and possible deformations at the helical shaft. Statistical analysis for the bending resistance test was performed using parametric methods (ie, 1-way analysis of variance). Post hoc pair-wise comparisons were performed using the Tukey test for multiple comparisons ($P < .05$). Weibull analysis was used to calculate the mean life, beta, and eta parameters. **Results:** Reciproc presented significantly lower bending resistance than the other tested systems ($P < .05$), whereas no differences were observed between WaveOne and Unicone ($P > .05$). When mean life was compared among the brands, Reciproc lasted longer than WaveOne with a probability of 99.9%, longer than Unicone in the “RECIPROC ALL” mode with a probability of 99.9%, and longer than Unicone in the “WAVEONE ALL” mode with a probability of 99.9% (all statistically significant). Moreover, WaveOne lasted longer than Unicone in the “RECIPROC ALL” mode with a probability of 98.5% and longer than Unicone in the “WAVEONE ALL” mode with a probability of 99.8% (all statistically significant). Finally, Unicone in the “RECIPROC ALL” mode lasted longer than Unicone in the “WAVEONE ALL” mode with a probability of

95.3% (statistically significant). **Conclusions:** The new reciprocating instrument Unicone showed lower cyclic fatigue resistance compared with Reciproc R25 and WaveOne Primary files. (*J Endod* 2016; ■:1–5)

Key Words

Bending resistance, cyclic fatigue, reciprocating movement

Nickel-titanium (NiTi) rotary instruments have been widely used for root canal preparation. However, despite their plentiful benefits, these instruments present a risk of

fracture throughout their use in curved canals. This might compromise the prognosis of root canal treatment (1). Different alloys and cross-sectional designs have been proposed to increase the flexibility and resistance to fatigue fracture of endodontic instruments (2, 3). Moreover, a new kinematics (reciprocating motion) has already been shown to extend the life span of NiTi instruments and their resistance to fatigue in comparison with continuous rotation movement (2, 4, 5). Within this kinematics, the instruments travel a shorter angular distance than rotary instruments, which are subject to lower stress values, rendering an extended fatigue life (4, 5). Reciproc (VDW, Munich, Germany) and WaveOne (Dentsply Maillefer, Baillagues, Switzerland) are the main examples of commercially available single-file systems for root canal preparation using reciprocating motion.

Unicone (Medin, Nové Město na Moravě, Czech Republic) is a newly introduced NiTi reciprocating instrument with an inactive tip and convex triangular cross section; it consists of 3 instruments with #20, #25, and #40 tip sizes and 0.06 taper. According to the manufacturer, it is manufactured using highly flexible nickel-titanium with an extended lifetime using a special technology treatment. The manufacturer claims that this instrument design and NiTi alloy allow quick and safe preparation of a root canal with reciprocating movement. Until now, no study evaluated the cyclic fatigue and bending resistance of Unicone instruments. Therefore, the aim of the present study was to evaluate the bending resistance and the cyclic fatigue life of Unicone. Reciproc R25 and WaveOne Primary instruments were used as references for comparison. The

Significance

The lower cyclic fatigue resistance and the higher bending resistance of Unicone instruments indicate that these instruments should be used with caution, especially in curved canals.

From the *Department of Endodontics, School of Dentistry, Grande Rio University (UNIGRANRIO); and †Department of Endodontics, School of Dentistry, Estácio de Sá University (UNESA), Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

Address requests for reprints to Dr Emmanuel João Nogueira Leal Silva, Dental School, Grande Rio University, UNIGRANRIO, Department Endodontics, Rua Heróides de Oliveira, 61/902 Icaraí, Niterói, RJ, Brazil. E-mail address: nogueiraemmanuel@hotmail.com 0099-2399/5 - see front matter

Copyright © 2016 American Association of Endodontists.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2016.08.026>