

**FACULDADE SETE LAGOAS**

**Curso de Especialização em Endodontia**

**INSTRUMENTOS WAVEONE GOLD: UMA REVISÃO  
DE LITERATURA**

Roberta Araújo dos Santos

**BELO HORIZONTE**

**2018**

**ROBERTA ARAÚJO DOS SANTOS**

**INSTRUMENTOS WAVEONE GOLD: UMA REVISÃO  
DE LITERATURA**

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

**Orientador(a):**  
Prof. Dra. Sônia Lara Mendes

**BELO HORIZONTE**

**2018**

**FACULDADE FACSETE  
ESTAÇÃO ENSINO**

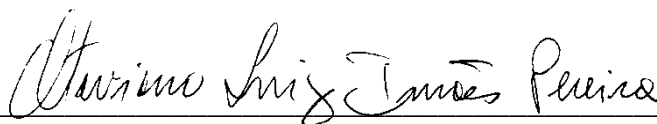
Monografia intitulada "Instrumentos WaveOne Gold: uma revisão de literatura" de autoria da aluna Roberta Araújo dos Santos, apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Endodontia.

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



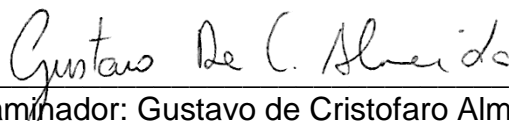
---

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sonia Teresa de oliveira Lara Mendes



---

Examinador: Otaviano Luiz Durães Pereira



---

Examinador: Gustavo de Cristofaro Almeida



---

Examinador: Camila Freitas Barbosa

## **AGRADECIMENTOS**

Aos familiares e amigos por todo o apoio.

Aos colegas de especialização por estes dois anos de ajuda e aprendizado.

Às professoras Sônia Lara e Camila Freitas pelo incentivo e ajuda constantes.

## RESUMO

Avanços tecnológicos são aplicados a instrumentos endodônticos de NiTi com o intuito de melhorar suas propriedades mecânicas e inúmeros sistemas estão disponíveis para a utilização na prática clínica. Este estudo teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre o sistema endodôntico de NiTi WaveOne Gold, sua relevância clínica em relação a tecnologia aplicada na fabricação destes instrumentos, bem como comparar seu desempenho com o de outros sistemas encontrados no mercado. Foi efetuada uma busca por publicações relacionadas ao tema nas bases Medline, PubMed e Scielo e os trabalhos enquadrados foram analisados. Trata-se de um sistema de lima única, com tratamento térmico, geometria aprimorada e que atua em cinemática recíproca. Além de caracterização estrutural, os trabalhos analisados também realizaram testes com o sistema, comparando-os a outros sistemas de NiTi em relação ao comportamento mecânico. Os resultados demonstraram que os avanços aplicados culminaram em instrumentos com superior resistência à fadiga em relação a sistemas com tratamento M-Wire, porém não seguindo o mesmo padrão em relação a sistemas com tratamento térmico pós-usinagem. A resistência torcional e flexibilidade também foi superior a instrumentos do primeiro grupo. Os resultados favoráveis demonstram ter relação direta com o tratamento térmico Gold e suas modificações em temperaturas de transformação de fases. Embora estes achados favoreçam o sistema WaveOne Gold, ainda são necessários mais estudos comparativos devido ao pequeno número apresentado pela literatura.

**Palavras chave:** Instrumentos de NiTi, Tratamentos térmicos, WaveOne Gold

## ABSTRACT

Technological advances are applied to NiTi instruments in order to improve their mechanical properties and a big number of NiTi systems are available for use in endodontic practice. This study aimed accomplish a review about the WaveOne Gold NiTi System, the clinical influence of applied technology in the manufacture of these instruments and compare their performance to other NiTi systems. The databases used in the research were Medline, PubMed e Scielo and the related studies were analyzed. This is a single file system, with thermal treatment, improved geometry and reciprocating kinematics. These works analyzed the structural characterization, performing tests and compare this systems by the mechanical behavior. Results showed that the technological advances result in instruments with greater fatigue resistance than M-Wire instruments, but not than thermal treated instruments. The torsional strength and flexibility were also to instruments of the first group. The favorable results demonstrate relation with the Gold thermal treatment and changes in temperature of phase transformation. Although these results are favorable to WaveOne Gold system, more comparative works are necessary due to the small number available the in literature.

**Keywords:** NiTi endodontic instruments, thermal treatments, WaveOne Gold

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 Objetivo Geral.....	10
2.2 Objetivos Específicos.....	10
3 METODOLOGIA.....	11
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
4.1 Instrumentos Endodônticos de NiTi e Propriedades da Liga.....	12
4.2 Fraturas.....	13
4.3 Tratamentos termomecânicos na liga NiTi.....	14
4.4 Geometria e <i>Design</i> .....	15
4.5 Cinemática Reciprocante.....	16
4.6 WaveOne Gold.....	16
5 DISCUSSÃO.....	18
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

## 1 INTRODUÇÃO

Instrumentos fabricados com ligas de Níquel-Titânio (NiTi) juntamente com as técnicas de instrumentação mecanizadas agregaram relevantes avanços para a endodontia. Dentre elas, melhoria na modelagem na região de curvaturas, menores taxas de insucesso e erros durante a instrumentação, como também agilidade e previsibilidade no tratamento (BAHIA & BUONO, 2005).

Estas melhorias estão relacionadas às propriedades da liga que viabilizam a confecção de instrumentos com características favoráveis ao uso endodôntico. São elas: Efeito Memória de Forma (EMF) e Superelasticidade (SE). O EMF é caracterizado pela capacidade do material em retomar sua forma original após sofrer uma deformação elástica com o aquecimento. Já a SE é a mesma capacidade de recuperação, porém através da retirada da tensão. Devido a uma transformação que ocorre na rede cristalina da liga, denominada transformação martensítica (TM), estas propriedades podem ser observadas. A TM é uma transformação onde a estrutura austenítica (fase parente) se transforma em martensita. Desta forma podemos observar a ocorrência da TM quando um instrumento sofre uma tensão no interior do canal radicular, onde a curvatura estimula esta transformação e a descarga (retirada do instrumento do canal) estimula a transformação reversa (TR) (OTSUKA e WAYMAN, 1998).

Apesar das vantagens apresentadas, a possibilidade de fratura é um ponto crucial na rotina de utilização destes instrumentos. Diferente dos instrumentos fabricados em aço inoxidável, os fabricados com NiTi podem sofrer fratura sem apresentar deformações plásticas aparentes. Estas fraturas podem ser classificadas em dois tipos: fratura por torção ou fratura por fadiga flexural (CÂMARA *et al.*, 2009).

No intuito de promover maior resistência às fraturas, flexibilidade e, conseqüentemente, mais segurança na prática clínica, diversas modificações no processo de fabricação são aplicadas a variados sistemas de NiTi. Dentre elas características geométricas, cinemática e características metalúrgicas (HIEAVY, *et al.*, 2015).



As variações geométricas incluem o desenho da seção transversal e a conicidade (*taper*) do instrumento. Diversos sistemas apresentam seções triangulares, retangulares, em formato de 'S', com uma, duas ou mais bordas cortantes, bem como com variações de área da seção e conseqüentemente mais ou menos massa (ARIAS *et al.*, 2012, TOPÇUOGLU *et al.* 2016).

Características metalúrgicas estão relacionadas à presença ou não de tratamentos termomecânicos, ao tipo de usinagem empregada e à composição química da liga. Os tratamentos podem alterar as temperaturas de transformação de fase e gerar instrumentos mais flexíveis e resistentes à fadiga flexural (HIEAWY *et al.* 2015).

Avanços na cinemática de instrumentos de NiTi iniciaram-se com movimentos de rotações contínuas. Em 2008 foi introduzida a proposta de cinemática recíprocante onde o instrumento avança com uma amplitude de rotação maior no sentido da direção de corte e destrava automaticamente com uma rotação em menor amplitude no sentido contrário. Assim, torna-se mais segura a progressão ao decorrer da formatação do canal, evitando o travamento e conseqüentemente fratura por torção. Juntamente com esta cinemática, uma proposta de técnica também foi englobada, onde um único instrumento seria responsável por toda a formatação do canal, reduzindo a sequência ao mínimo possível (YARED, 2008; DE DEUS *et al.*, 2010).

Atualmente são encontrados inúmeros sistemas no mercado e estes avanços tecnológicos estão distribuídos em vários deles. Alguns apresentam modificações somente em alguma característica, outros combinam avanços em todos os quesitos.

O sistema WaveOne Gold (Dentsply, Sirona, Ballaigues, Switzerland) foi lançado em 2015 e sua apresentação contém quatro opções de instrumentos. São eles: Small (20.07), Primary (25.07), Medium (35.06) e Large (45.05). Cada instrumento deve ser selecionado de acordo com o diâmetro do canal a ser preparado (DENTSPLY-SIRONA, 2015), uma vez que a técnica preconiza um único instrumento na maioria dos casos para a completa formatação do canal. Este sistema utiliza cinemática recíprocante e possui geometria e tratamento térmico específicos (ELSAKA *et al.*, 2017).

A seção transversal é em paralelogramo e possibilita contato alternado com as paredes do canal, além dos instrumentos possuírem uma ponta semiativa. Com relação ao tratamento térmico, é aplicado a este sistema o tratamento Gold. Esta característica de fabricação atribui propriedades como maior flexibilidade e resistência à fadiga a este sistema, como relatado na literatura (ADIGÜZEL & CAPAR 2017, ELSAKA *et al.*, 2017).

Devido ao lançamento relativamente recente, ainda não é encontrado um grande número de publicações incluindo o sistema WaveOne Gold. Porém, ao englobar o que há de mais recente em tecnologia aplicada a instrumentos endodônticos, torna-se pertinente uma avaliação do que há publicado em literatura sobre este sistema e sua relevância em melhorias na prática clínica em um meio a uma gama de sistema disponíveis no mercado.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Realizar uma busca bibliográfica a fim de compor uma revisão de literatura sobre o sistema de instrumentos de NiTi WaveOne Gold.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Buscar em diferentes bases, artigos relacionados ao tema WaveOne Gold, bem como realizar uma síntese sobre a relevância deste sistema em relação à aplicação clínica;
- Analisar a partir dos resultados encontrados a relação dos avanços tecnológicos empregados com as vantagens apresentadas em testes realizados com instrumentos do sistema WaveOne Gold.

### **3 METODOLOGIA**

Este trabalho consiste em uma revisão de literatura onde foram avaliados estudos relacionados ao sistema de instrumentos endodônticos de NiTi WaveOne Gold. Foram utilizadas como fonte de pesquisa as bases de dados Medline, PubMed e Scielo, e realizadas as buscas por todo conteúdo relacionado ao tema, em inglês. Através desta revisão, foram analisados dados e informações sobre o sistema WaveOne Gold, suas características de fabricação e a influência destas na prática clínica, correlacionando estes fatores com o desempenho dos instrumentos.

Os termos de busca utilizados foram: WaveOne Gold, WaveOne Gold Instruments

## **4 REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 Instrumentos Endodônticos de NiTi e Propriedades da Liga**

Os instrumentos endodônticos de NiTi foram introduzidos na tentativa de reduzir os efeitos indesejáveis na utilização de instrumentos de aço inoxidável. A instrumentação mecanizada possibilitou uma formatação dos canais de forma mais previsível e rápida, e a utilização desta liga gerou instrumentos mais flexíveis e seguros ao operador (BAHIA & BUONO, 2005)

Em endodontia, utiliza-se ligas de NiTi com composição praticamente equiatômica dos principais elementos (aproximadamente 56% Níquel e 44% Titânio, em peso). Como o NiTi possui um módulo de elasticidade mais baixo e é mais resistente que o aço inoxidável, isso permite serem distendidos mais vezes sem sofrer deformação plástica (THOMPSON, 2000).

A viabilidade do uso desta liga está relacionada a propriedades que a mesma apresenta denominadas Efeito Memória de Forma (EMF) e Superelasticidade (SE). Ambas são caracterizadas pela capacidade do material em recuperar sua forma original após sofrer uma deformação elástica. No EMF, esta recuperação ocorre com o aquecimento do material. Já a SE é um caso de EMF, porém está relacionada à aplicação e retirada de tensão. Estas propriedades são observadas devido a uma transformação que ocorre na rede cristalina da liga, denominada transformação martensítica (TM). A TM é uma transformação que ocorre na estrutura cristalina da matriz, onde a estrutura denominada austenita (B2), de maior simetria, se transforma em martensita (B19'), uma estrutura menos simétrica e conseqüentemente de maior flexibilidade. Os átomos se movem através de um mecanismo de cisalhamento sem alterar a composição química (OTSUKA E WAYMAN, 1998). Quando o instrumento sofre uma carga como a imposta pela curvatura do canal radicular, há uma deformação que é recuperável com a remoção de tensão assim que é retirado do canal. Desta forma podemos observar a ocorrência da TM quando um instrumento sofre uma tensão e a descarga estimula a transformação reversa (TR) (BAHIA & BUONO, 2005; THOMPSON, 2000).

A produção destes instrumentos é geralmente realizada por um processo complexo de usinagem que gera defeitos como rebarbas, riscos de usinagem e cavidades que podem comprometer a habilidade de corte e facilitar a corrosão do instrumento, além de agirem como áreas concentradoras de tensão (THOMPSON, 2000). Outro método sugerido para a fabricação desses instrumentos é através de torção do fio associado a um tratamento térmico específico, com o intuito de superar os defeitos gerados pela usinagem (GAMBARINI *et al.*, 2008).

A maioria dos sistemas endodônticos de NiTi disponíveis no mercado apresentam *taper* variado representando uma forma mais rápida de se obter uma conicidade regular e aumentada do conduto radicular com menores diâmetros na região apical. Os sistemas também variam de acordo com o *design* da seção transversal, lâminas de corte, quanto ao processo de fabricação e acabamento, tratamentos termomecânicos e cinemática (ARIAS *et al.*, 2012)

## 4.2 Fraturas

Embora apresentem incontestáveis vantagens à endodontia, os instrumentos de NiTi podem sofrer fraturas inesperadas e sem apresentar sinais visíveis de deformação. Estas fraturas podem ocorrer por dois mecanismos: fadiga flexural ou torção (CÂMARA *et al.*, 2009).

A fratura por torção ocorre após a apreensão da ponta ou qualquer outra parte do instrumento às paredes do canal, enquanto a haste continua girando. Como consequência, o limite elástico do metal é excedido e o instrumento sofre deformação plástica podendo esta ser seguida de fratura. A determinação da resistência à fratura por torção ocorre através das medidas de torque (resistência torcional) e deflexão angular até a fratura. Caso o torque aplicado ao instrumento seja igual ou superior ao valor de torque máximo, o instrumento poderá se deformar e/ou romper no interior do canal. Vários fatores estão associados aos valores de torque durante a instrumentação e o contato entre o instrumento e as paredes de dentina é um fator crucial neste caso. Desta forma, as variações na geometria influenciam na resistência torcional (BAHIA *et al.*, 2006).

As fraturas por fadiga ocorrem devido às repetidas forças de tração e compressão as quais os instrumentos são submetidos no interior de um canal curvo (ARIAS *et al.*, 2012). O ciclo induzem a nucleação de trincas que crescem, coalescem e se propagam até a fratura final do instrumento. Os níveis de tensão neste ciclo dependem da geometria da curvatura e do diâmetro do instrumento, concentrados na área de curvatura máxima do canal radicular (BAHIA & BUONO, 2005). A geometria do canal, no ponto de curvatura máxima, determinado pela distância da curvatura a ponta do instrumento, definirá a severidade das tensões sobre a haste flexionada e o processo de fadiga da mesma. Clinicamente, a vida em fadiga do instrumento estará relacionada ao grau ao qual ele é flexionado no interior de um canal curvo, com maiores flexões causando uma menor expectativa de vida (BAHIA & BUONO, 2005).

### **4.3 Tratamentos termomecânicos na liga NiTi**

A partir da variação da composição da liga de NiTi e de tratamentos termomecânicos, é possível se obter fios com diferentes características de EMF e SE. As diferenças estarão no teor de níquel e na faixa de temperatura em que ocorrem a TM e TR. Assim, ligas ricas em níquel proporcionam controle das temperaturas de transformação, desta forma, há um interesse nessas ligas devido à influência destas temperaturas no comportamento mecânico dos instrumentos (PEREIRA *et al.*, 2012).

As alterações de temperatura como aquecimento podem gerar precipitados na liga capazes de induzir a formação de fase-R, uma fase intermediária na TM. Assim, a transformação passa de B2-B19' para B2-R-B19'. Alguns tratamentos termomecânicos dão origem a fios modificados como M-Wire (Dentsply Tulsa Dental Specialities, Tulsa, OK) utilizados na fabricação de instrumentos endodônticos contendo fase R em sua microestrutura. A ocorrência desta fase intermediária explica melhores resultados apresentados por estes instrumentos em testes de flexibilidade e maior resistência à fadiga segundo a literatura (PEREIRA *et al.*, 2012, PEREIRA *et al.*, 2013).

Também é possível realizar tratamentos térmicos em instrumentos já usinados, como os tratamentos CM (CM-Wire; DS Dental, Johnson City, TN) Gold (Dentsply, Sirona, Ballaigues, Switzerland) e Blue (VDW, Munich, Germany). Alguns resultados para instrumentos submetidos a estes processos apontam superior resistência à fadiga e flexibilidade quando comparados a instrumentos fabricados com NiTi convencional ou M-Wire (HIEAWY *et al.*, 2015, ELSAKA *et al.* 2016, ENALGHY & ELSAKA 2016). Estes achados tem uma relação direta com alterações nas temperaturas de transformação de fases, onde *Af* (*austenite finish*) representa a temperatura onde o instrumento se encontra totalmente austenítico. Desta forma instrumentos com uma temperatura *Af* elevada, apresentam em sua estrutura martensita e/ou fase-R à temperatura ambiente, o que explica seu comportamento mecânico diferenciado quando comparados à instrumentos austeníticos à esta temperatura (HIEAWY *et al.*, 2015).

#### **4.4 Geometria e *Design***

A geometria dos instrumentos pode variar em relação ao desenho da seção transversal, lâminas de corte, comprimento de *pitch*, ângulo helicoidal, entre outros. É possível variar também o *taper* dos instrumentos e desta forma, sua conicidade. Estas diferentes características geométricas afetam o comportamento mecânico como variações de *taper* e seção transversal, podem proporcionar maior ou menor contato com as paredes do canal (CAPAR *et al.*, 2014). Enalghy, 2014 descreveu uma possível relação deste contato reduzido com um aumento da resistência à fadiga, uma vez que as pontas cortantes servem como pontos de nucleação de trincas, foi observado que instrumentos Protaper reciproc, com apenas duas arestas de corte, apresentaram uma superior resistência à fratura quando comparados a instrumentos com seção transversal triangular.

Em relação à flexibilidade, esta é inversamente proporcional à massa. Desta forma, instrumentos de menor diâmetro ou com sessões transversais com menor massa são mais flexíveis. Embora sejam menos resistentes à torção (ADIGÜZEL & CAPAR 2017, ELSAKA, *et al.* 2017).



#### 4.5 Cinemática Reciprocante

Yared, 2008 descreveu uma nova técnica de preparo de canais radiculares com a utilização de apenas um instrumento. No intuito de simplificar a técnica e viabilizar um melhor custo benefício em relação a outros sistemas endodônticos já existentes. Para esta proposta, foi utilizado o instrumento F2, do sistema ProTaper Universal, em um movimento com cinemática de rotação alternada ou reciprocante. A escolha do instrumento F2 se deu, entre outros motivos, pela efetividade da superfície de corte nas duas direções, horária e anti-horária e pelo *taper* variado, o que possibilitou a formatação em canais curvos devido à flexibilidade apresentada.

Estudos posteriores como DE-DEUS *et al.* (2010) e YOU *et al.*(2010) realizaram testes com relação à vida útil, o tempo de preparo do canal e a resistência à fadiga do instrumento. Os resultados favoreceram o movimento reciprocante que exibiu uma maior resistência à fadiga, maior possibilidade de usos e menor tempo para a execução do preparo quando comparado ao movimento de rotação contínua.

Inicialmente, foram disponibilizados dois sistemas compostos por um único instrumento para a formatação do canal, desenvolvidos para motores específicos com cinemática reciprocante: Reciproc (VDW, Munich, Germany) e WaveOne (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) (KIM *et al.*, 2012). Estudos com estes instrumentos comprovaram maior resistência à fadiga e simplificação da técnica quando comparada aos sistemas rotatórios. Além de relatarem uma menor possibilidade de fratura por torção devido ao alívio do estresse a cada ciclo gerado pela rotação reversa (VARELA-PATINO *et al.*, 2010; KIM *et al.*, 2012) .

#### 4.6 WaveOne Gold

O sistema WaveOne Gold (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) foi lançado em 2015 com uma proposta de atuar em cinemática reciprocante e a utilização de apenas um instrumento para realizar toda a formatação do canal radicular. Sua apresentação contém os instrumentos Small (20.07), Primary (25.07), Medium (35.06) e Large (45.05) que devem ser selecionados de acordo com o diâmetro do canal a ser preparado. A geometria da seção transversal é em paralelogramo e os

instrumentos possuem duas bordas cortantes que alternam o contato no momento da instrumentação. Desta forma uma ou duas arestas tocam na parede do canal em cada ciclo de rotação e destravamento. Após usinados, estes instrumentos passam por um tratamento térmico denominado Gold (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) (ADIGÜZEL & CAPAR 2017).

Devido à estas características, este sistema apresenta superior resistência à fadiga quando comparado a sistemas com outros tratamentos termomecânicos (como M-Wire). Adigüzel & Capar 2017, relataram que instrumentos WaveOne Gold foram aproximadamente duas vezes mais resistentes à fadiga que instrumentos do sistema WaveOne (Dentsply, Sirona, Ballaigues, Switzerland). Özyürek (2016) também encontrou resultados superiores para o sistema WaveOne Gold em relação a WaveOne e Reciproc (VDW, Munich, Germany).

De acordo com a literatura, o tratamento térmico exerce grande influência no comportamento mecânico destes instrumentos, apresentando também resultados relacionados à maior flexibilidade, como descrito por Elsaka *et al.* (2017), ao comparar a flexibilidade de instrumentos WaveOne Gold aos sistemas Reciproc e Twisted File Adaptive (SybronEndo).

Estas características se justificam possivelmente pelo tratamento térmico que gera um aumento das temperaturas de transformação e, conseqüentemente, estabilização de variantes de martensita e fase R à temperatura ambiente nos instrumentos a ele submetidos como é o caso do sistema Protaper Gold (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland), relatado por Hieavy *et al.* (2015).

## 5 DISCUSSÃO

O sistema WaveOne Gold (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland), sucedeu o Sistema WaveOne, porém diferencia-a deste em diversos aspectos. Em geometria, *design* e tratamento térmico, compartilhando apenas a mesma cinemática recíprocante.

Ao analisar a resistência à fadiga flexural, Topçuoğlu *et al.* (2016) compararam instrumentos WaveOne Gold Primary, WaveOne Primary e Reciproc R25 em canais com dupla curvatura. Foram encontrados resultados favoráveis ao sistema WaveOne Gold, como também relatou Özyürek (2016) ao realizar testes de fadiga em instrumentos dos mesmos sistemas, porém em canais com apenas uma curvatura. Este último relaciona estes achados ao tratamento térmico aplicado ao sistema WaveOne Gold que eleva sua temperatura de transformação  $A_f$ , como relatado por Hieawy *et al.* (2015) ao investigar as temperaturas de transformação de fases em instrumentos Protaper Universal e Protaper Gold. A temperatura  $A_f$  elevada tem como consequência a presença de variantes de martensita estáveis à temperatura ambiente, promovendo este diferenciado comportamento mecânico (Özyürek, 2016; Hieawy, 2015).

Estes resultados não seguem o mesmo padrão ao comparar instrumentos WaveOne Gold a sistemas que também recebem tratamento térmico pós usinagem, como relatado por Alcalde *et al.* (2017). Ao comparar a resistência à fadiga entre instrumentos WaveOne Gold Primary, Reciproc Blue R25 e ProDesign R, constataram que o sistema WaveOne Gold apresentou os menores valores neste quesito. Keskin *et al.* (2017) e Gündoğar & Özyürek (2017) encontraram resultados semelhantes ao comparar instrumentos WaveOne Gold a Reciproc Blue e ambos a HyFlex EDM, respectivamente.

Em relação à resistência torcional, Elsaka *et al.* (2017), relataram melhores resultados apresentados por instrumentos WaveOne Gold Primary, quando comparados a instrumentos Reciproc R25 e Twisted File Adaptive ML1. Embora a área dos instrumentos Reciproc fosse maior e este fator favorecesse a resistência torcional, os resultados não acompanharam este padrão e provavelmente sofreram

influência das características metalúrgicas do instrumento. No entanto ao comparar o sistema WaveOne Gold ao sistema Reciproc Blue, Alcalde *et al.* (2017) não encontraram diferenças significativas em relação a esta característica. Mais uma vez, se faz presente a influência dos tratamentos térmicos sobre a geometria dos instrumentos. Esta influência se mostrou presente também ao analisar a flexibilidade dos instrumentos onde, no mesmo trabalho que avaliou a resistência torcional, Elsaka (2017) apresentou resultados em que os instrumentos WaveOne Gold foram mais flexíveis que instrumentos Twisted File Adaptive e Reciproc. Assim, estes achados estão relacionados ao tratamento térmico ao qual este sistema é submetido, gerando a alta temperatura  $A_f$ , e a presença de dois estágios na transformação de fases A-R-M.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesse trabalho dão suporte às seguintes considerações:

- Os instrumentos WaveOne Gold apresentam melhor desempenho em relação à resistência à fadiga flexural quando comparados a sistemas que possuem tratamentos termomecânicos como M-Wire;
- Quando comparada a resistência à fadiga entre sistemas que recebem tratamento térmico pós usinagem, o sistema WaveOne Gold apresenta desempenho inferior;
- São necessários mais estudos para avaliar a resistência torcional e flexibilidade deste sistema, embora ambas pareçam ser favorecidas pelo tratamento térmico aplicado aos instrumentos como também sua geometria;
- Devido à combinação de avanços tecnológicos aplicados a este sistema, o desempenho demonstrado nos trabalhos até então permite resultados favoráveis e utilização segura do sistema WaveOne Gold na prática clínica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADIGÜZEL, M.; I. D. CAPAR. Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of WaveOne and WaveOne Gold Small, Primary, and Large Instruments. *Journal of Endodontics* v.43, n. 4, p. 623-627, 2017

ALCALDE, M. P. *et al.* Cyclic fatigue and torsional strength of three different thermally treated reciprocating nickel-titanium instruments. *Clinical Oral Investigations*, <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2295-8>, 2017

ARIAS, A.; PEREZ-HIGUERAS, J. J.; DE LA MACORRA, J. C. Differences in Cyclic Fatigue Resistance at Apical and Coronal Levels of Reciproc and Wave One New Files. *Journal of Endodontics*, v. 38, n. 9, p. 1244-1248, 2012.

BAHIA M.G.A.; BUONO V.T.L. Decrease in the fatigue resistance of nickel–titanium rotary instruments after clinical use in curved root canals. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology* 100, p. 249–55, 2005.

BAHIA, M. G. A.; MELO, M. C. C.; BUONO, V. T. L. Influence of simulated clinical use on the torsional behavior of nickel-titanium rotary endodontic instruments. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics*, v. 101, n. 5, p. 675-680, 2006.

CAPAR, I. D. *et al.* Effects of ProTaper Universal, ProTaper Next, and HyFlex Instruments on Crack Formation in Dentin. *Journal of Endodontics*, v. 40, n. 9, p. 1482-1484, 2014.

DE-DEUS G.; Moreira E.J.L.; Lopes H.P. Elias C.N. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *International Endodontic Journal* v.43, p.1063–8, 2010.

DENTSPLY, SIRONA. Surf the canal with confidence WaveOne Gold, Disponível em: <http://www.dentsply.com.br/bulas/diretory/W/Wave-one-Gold.pdf>, acesso em 08/12/2017.

ELNAGHY A.M. Cyclic fatigue resistance of ProTaper Next nickel-titanium rotary files. *International Endodontic Journal*, v.47, p.1034–1039, 2014.

ELNAGHY A.M.; ELSAKA S.E. Effect of sodium hypochlorite and saline on cyclic fatigue resistance of WaveOne Gold and Reciproc reciprocating instruments. *International Endodontic Journal*, v.50, p. 991–998, 2017.

ELSAKA S.E.; ELNAGHY A.M.; BADR A.E. Torsional and bending resistance of WaveOne Gold, Reciproc and Twisted File Adaptive instruments. *International Endodontic Journal* v.50, p.1077-1083, 2017.

GAMBARINI, G. *et al.* Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *Journal of Endodontics*, v. 34, n. 8, p. 1003-1005, 2008

GÜNDOĞAR, M.; ÖZYÜREK, T. Cyclic Fatigue Resistance of OneShape, HyFlex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue Nickel-titanium Instruments. *Journal of Endodontics*, v. 43, n 7, 2017.

HIEAWY A.; HAAPSALO M.; ZHOU H. Phase transformation behavior and resistance to bending and cyclic fatigue of ProTaper Gold and ProTaper Universal instruments. *Journal of Endodontics*, v.41, n.7, p.1134-38, 2015.

KESKIN, C. *et al.* Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc Blue, Reciproc, and WaveOne Gold Reciprocating Instruments. *Journal of Endodontics*, v.43, n.8, p. 1360-1363, 2017.

KIM, H. C. *et al.* Cyclic Fatigue and Torsional Resistance of Two New Nickel-Titanium Instruments Used in Reciprocation Motion: Reciproc Versus WaveOne. *Journal of Endodontics*, v. 38, n. 4, p. 541-544, 2012.

ÖZYÜREK, T. Cyclic fatigue resistance of Reciproc, WaveOne, and WaveOne gold nickel-titanium instruments. *Journal of Endodontics* v.42, n.10, p.1536-1539, 2016.

OTSUKA, K. & WAYMAN, C.M. *Shape Memory Materials*. Cambridge: Cambridge University Press, p.1-26, 1998.

PEREIRA E.S.J.; PEIXOTO I.F.C.; VIANA A.C.D.; GONZALEZ B.M.; BUONO V.T.L.; BAHIA M.G.A. Physical and mechanical properties of a thermomechanically treated NiTi wire used in the manufacture of rotary endodontic instruments. *International Endodontic Journal*, v.45, p.469-74, 2012.

PEREIRA E.S.J.; PEIXOTO I.F.C.; VIANA A.C.D.; GONZALEZ B.M.; BAHIA M.G.A.; BUONO V.T.L. Mechanical behavior of M-Wire and conventional NiTi wire used to manufacture rotary endodontic instruments. *Dental Materials*, v.29, p.e318-e324, 2013.

VARELA-PATINO, P. *et al.* Alternating versus Continuous Rotation: A Comparative Study of the Effect on Instrument Life. *Journal of Endodontics*, v. 36, n. 1, p. 157-159, 2010.

THOMPSON, S.A. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *International Endodontic Journal*, v.33, p.297-310, 2000.

TOPÇUOĞLU, H. S. *et al.* Laboratory comparison of cyclic fatigue resistance of WaveOne Gold, Reciproc and WaveOne files in canals with a double curvature. *International Endodontic Journal* v.50, p. 713-171, 2017.

YARED G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *International Endodontic Journal* v.41, p.339-44, 2008.

YOU, S. Y. *et al.* Lifespan of One Nickel-Titanium Rotary File with Reciprocating Motion in Curved Root Canals. *Journal of Endodontics*, v. 36, n. 12, p. 1991-1994, 2010.