

ERVO GUIMARÃES JÚNIOR

INSTRUMENTOS ENDODÔNTICOS DE USO ÚNICO

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção do título de especialista em Endodontia.

PIRACICABA

2013

ERVO GUIMARÃES JÚNIOR

INSTRUMENTOS ENDODÔNTICOS DE USO ÚNICO

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção do título de especialista em Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Caio César Randi Ferraz

PIRACICABA

2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
JOSIDELMA F COSTA DE SOUZA – CRB8/5894 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

Guimarães Júnior, Ervo, 1982-

G947i

Instrumentos endodônticos de uso único / Ervo
Guimarães Júnior. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2013.

Orientador: Caio César Randi Ferraz.

Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) –
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Odontologia de Piracicaba.

1. Endodontia. I. Ferraz, Caio Cezar Randi, 1973- II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Odontologia de Piracicaba. III. Título.

SUMÁRIO

RESUMO.....	4
ABSTRACT.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	6
2. DESENVOLVIMENTO.....	9
2.1. ROTAÇÃO ALTERNADA OU RECÍPROCA.....	9
2.2. RECIPROC®.....	10
2.3. WAVEONE®.....	13
2.4. LIMPEZA E MODELAGEM.....	15
2.5. FADIGA E FRATURA.....	17
2.6. TRANSPORTE DO CANAL (“ZIP”) E EXTRUSÃO DE DEBRIS.....	21
2.7. INFLUÊNCIA DOS PROCESSOS DE ESTERILIZAÇÃO.....	23
2.8. METALURGIA.....	26
3. CONCLUSÃO.....	27
4. REFERÊNCIAS.....	28

RESUMO

A endodontia é uma especialidade de extrema importância para a odontologia. Nos últimos anos, desde a introdução dos instrumentos de Ni-Ti e dos motores rotatórios, profundas transformações vêm sendo observadas, principalmente no setor tecnológico. Vários tipos de instrumentos e técnicas de instrumentação são descritos na literatura. A proposta deste trabalho é descrever dois novos sistemas de limas (Reciproc® e WaveOne®), identificando suas principais características e levantar relatos da literatura que justifiquem serem ferramentas importantes na prática clínica. O lançamento dos sistemas Reciproc® e WaveOne® em 2011 reemergiu o conceito de movimento oscilatório ou recíproco, como opção extremamente interessante para o preparo dos canais radiculares. O movimento recíproco aparece como excelente alternativa para prevenção de erros durante o preparo dos canais radiculares. Independentemente da opção, é preciso a conscientização de que, para qualquer tipo de sistema, o caminho é o do perfeito domínio do passo a passo dos procedimentos, do conhecimento detalhado da anatomia interna dos dentes e das características dos instrumentos.

ABSTRACT

The Endodontics is a specialty of extreme importance to dentistry. In recent years, since the introduction of Ni-Ti instruments and rotary engine drive, profound changes have been observed, particularly in the technology sector. Various types of instruments and instrumentation techniques are described in the literature. The purpose of this paper is to describe two new files systems (Reciproc® and WaveOne®), identifies its main characteristics and lift the literature that warrant be important tools in clinical practice. The launch systems Reciproc® and WaveOne® in 2011 re-emerged the concept of reciprocal or oscillatory motion, as extremely interesting option for root canal preparation. The reciprocating motion appears as an excellent alternative for preventing errors during root canal preparation. Regardless of the option, you need to be aware that, for any type of system, the path is the perfect domain of step by step procedures, detailed knowledge of internal anatomy of the teeth and the characteristics of the instruments.

1. INTRODUÇÃO

A endodontia é uma especialidade de extrema importância para a odontologia. Nos últimos anos, desde a introdução dos instrumentos de Ni-Ti e dos motores rotatórios, profundas transformações vêm sendo observadas, principalmente no setor tecnológico. Novas ferramentas estão disponíveis com a finalidade de oferecer segurança e simplicidade à terapia endodôntica. No entanto, o objetivo do tratamento dos canais radiculares se mantém: eliminar microrganismos e seus subprodutos patológicos presentes no sistema de canais, para preservar a saúde do periodonto apical. Grossman (1970) descreveu a importância da limpeza mecânica no tratamento endodôntico. Schilder (1974), por sua vez, sugeriu que além de proporcionar uma limpeza mecânica, o preparo deve modelar para possibilitar uma obturação tridimensional, selando, o mais hermeticamente possível o canal tratado. Portanto, limpeza e modelagem são consideradas etapas fundamentais para o sucesso da Endodontia.

Sabe-se que o preparo mecânico, por si só, não é capaz de promover uma eliminação de 100% dos microrganismos do interior do canal radicular (Byström A, 1981). O sucesso do tratamento ocorre porque a redução do número de microrganismos torna a patogenicidade insuficiente para o desenvolvimento ou manutenção de doença. A maior concentração de bactérias ocorre na porção coronal da raiz, diminuindo na medida em que se aproxima do ápice radicular (Özok et al, 2012). O preparo mecânico se inicia, portanto, com a cirurgia de acesso e localização da entrada dos canais. Trata-se de uma importante etapa por promover a descontaminação da porção coronal (maior concentração de bactérias) e proporcionar um acesso livre para a atuação dos instrumentos no interior do canal.

Vários tipos de instrumentos e técnicas de instrumentação são descritos na literatura. Tradicionalmente, o preparo e modelagem do canal radicular vêm sendo realizados com limas manuais de aço inox. Todavia, várias pesquisas foram realizadas pela metalurgia e, os instrumentos rotatórios de Ni-Ti foram introduzidos no mercado, com a finalidade de facilitar os processos de limpeza e modelagem. Estes oferecem vantagens sobre os tradicionais instrumentos de aço inox: São flexíveis (Walia et al, 1988), apresentam capacidade de corte superior aos de aço inox (Kazemi et al, 1996), proporcionam uma melhor manutenção do formato original

do canal, uma considerável redução na tendência de desvio, ou transporte do forame (Kuhn et al 1997, Reddy e Hicks 1998, Ferraz et al 2001, Pettiette et al 2001), e reduzem o tempo operatório (Ferraz et al, 2001). Entretanto, são evidentes os problemas relacionados a fraturas, geralmente ocorrendo por torção (quando a ponta do instrumento fica travada no interior do canal e a rotação continua até que a fratura ocorra) ou fadiga cíclica (quando o instrumento gira repetidamente em torno de uma curvatura, gerando pontos de stress que o tornam vulnerável a fratura) (Bauman 2004, Parashos & Messer, 2006). Além disso, a utilização de limas rotatórias de NiTi aumentam consideravelmente o custo do tratamento endodôntico.

O mercado disponibiliza uma série de opções de instrumentos e sequências de utilização. Existe ainda a possibilidade de hibridização, com a utilização de instrumentos diferentes em uma sequência determinada pelo próprio operador. Entretanto, todas as técnicas existentes requerem a utilização de vários instrumentos em uma determinada sequência. A utilização de limas manuais previamente às de NiTi acionadas a motor, para patência, deve ser considerada, por diminuir o risco de fratura.

Yared (2008) propôs uma técnica de instrumentação utilizando uma única lima de NiTi, com a finalidade de reduzir o número de instrumentos rotatórios necessários para o preparo do canal, simplificar a técnica e, conseqüentemente, reduzir o custo operacional para a realização do tratamento endodôntico. Uma única lima F2 ProTaper® (Tulsa Dentsply, Tulsa, OK, USA) seria utilizada, em movimento recíproco, após patência manual com uma lima 08. Este foi o primeiro trabalho realizado com instrumento único, e foi publicado pelo International Endodontic Journal (Yared 2008). Algumas limitações foram também observadas: A necessidade de utilização prévia de uma lima manual de patência, e o risco de fratura por fadiga cíclica.

Em 2011, dois importantes sistemas de limas de “uso único”, foram lançados no mercado internacional: WaveOne® (DENTSPLY Tulsa Dental Specialties and DENTSPLY Maillefer) e Reciproc® (VDW). Trata-se de instrumentos rotatórios fabricados com uma nova liga de NiTi (M-Wire), que tem demonstrado um aumento na resistência à fadiga cíclica e melhores propriedades mecânicas, tornando mais segura sua utilização na rotina clínica (Ye & Gao, 2012).

Os conceitos de “uso único”, introduzidos com estes, visam à proteção contra a contaminação cruzada, associada a uma dificuldade de adequada esterilização dos instrumentos endodônticos (spongiform encephalopathy, 2006). Mesmo após cuidadosa lavagem ultrassônica de limas utilizadas em preparo de dentes, pode-se observar a permanência de restos orgânicos e raspas de dentina nas superfícies das mesmas. (Sonntag e peters, 2007).

A proposta deste trabalho é descrever estes dois novos sistemas de limas (Reciproc® e WaveOne®), identificando suas principais características e levantar relatos da literatura que justifiquem serem ferramentas importantes na prática clínica.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. ROTAÇÃO ALTERNADA OU RECÍPROCA

Os atuais conceitos filosóficos, as inovações na tecnologia, os instrumentos e as técnicas, compõem a moderna terapia endodôntica. A busca por uma constante melhora da qualidade do preparo dos canais radiculares impulsionou a transição da instrumentação manual para a automação. Hoje, a automação do preparo do canal radicular tornou-se uma realidade na prática clínica.

Basicamente, são dois os sistemas de automação disponíveis: os sistemas com movimento de rotação contínua, também denominados sistemas rotatórios e os sistemas com movimento de rotação alternada ou recíproca, também denominados sistemas oscilatórios.

Essa preocupação em mecanizar o preparo do canal radicular iniciou-se na década de 60. Os primeiros sistemas lançados foram: Giromatic® (Micro Mega), baseado em alargamento à direita e esquerda, seguido do Dynatrack®, W & H®, Endo-Angle® (Union Broach), e Endolift® (Kerr), com movimentos de entrada e saída, e com pequeno movimento rotacional alternado. Vários trabalhos comparativos foram desenvolvidos e os resultados apontavam uma superioridade do preparo manual quanto à qualidade do preparo. Turek & Langeland (1982) avaliando a qualidade do preparo com o sistema Giromatic®, observaram que o preparo com este aparelho não removia completamente restos pulpares e debris de dentina, nem preparos circulares ao nível apical. Weisz (1985) ressaltou que os bons resultados encontrados, com a utilização dos sistemas automatizados, eram consequência de um domínio de emprego do aparelho, e que a perda da sensibilidade tátil era contornada com um bom treinamento prévio.

Com o passar do tempo, a endodontia evoluiu com melhor conhecimento e compreensão da anatomia interna dos canais radiculares. Mudanças significativas no desenho e na metalurgia dos instrumentos vieram a facilitar a dinâmica da instrumentação. Em 1985 Roane et al introduziram o conceito de “força balanceada”. Southard et al (1987) descreveram a técnica proposta por Roane et al durante a instrumentação de canais curvos de molares. A técnica preconiza a utilização de

limas manuais em movimento horário e anti-horário, com força balanceada, para contornar as dificuldades impostas pela curvatura do canal.

De Deus (1992), preconizou a técnica de “movimentos oscilatórios”, como conjunto de manobras alternadas a direita e esquerda com a finalidade de propiciar uma ação mais efetiva do instrumento ao longo das paredes dos canais, fazendo com que o mesmo fique mais centralizado, propiciando menos desvio apical e permitindo com que a área apical dos dentes curvos possa ser ampliada com instrumentos de maior numeração ao limite convencional, com menor capacidade de alteração do formato original do canal.

Yared (2008) reintroduziu os conceitos de movimento com rotação alternada ou recíproca ao utilizar um único instrumento ProTaper® F2 para a completa instrumentação de dentes com ou sem curvatura. O instrumento era acionado em movimento oscilatório com diferença entre o ângulo do movimento nos sentidos horário e anti-horário. A diferença de ângulo no sentido horário e anti-horário foi determinada a partir de valores de módulo de elasticidade para o instrumento F2 (ProTaper®). Estes ângulos foram menores que o limite de elasticidade preconizado para o instrumento em questão. O ângulo do movimento no sentido horário foi maior que o ângulo utilizado no sentido anti-horário. Assim, o avanço no sentido apical ocorre com a aplicação de mínima pressão ao instrumento. O autor evidenciou duas grandes vantagens de tal técnica: a utilização de um único instrumento tendo uma melhor relação custo-benefício, e a eliminação de possível contaminação cruzada, visto que a técnica preconiza o descarte do instrumento após o uso. O autor sugeriu o desenvolvimento de novos trabalhos de avaliação, como extrusão de debris, incidência de fratura, transporte do canal etc.

O lançamento dos sistemas Reciproc® e WaveOne® em 2011 reemergiu o conceito de movimento oscilatório ou recíproco, como opção extremamente interessante para o preparo dos canais radiculares.

2.2. RECIPROC® (VDW)

Yared (2011) descreveu o sistema. Trata-se de uma técnica diferente, por não utilizar lima manual previamente ao sistema rotatório. Não se faz necessário um pré-alargamento antes da introdução do sistema. Apenas um único instrumento é

necessário para preparar e modelar o canal radicular, mesmo em canais atresiadados ou curvos.

Os instrumentos são fabricados a partir de uma nova liga metálica denominada M-Wire®, que proporciona uma maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica que as tradicionais ligas de Ni-Ti. Eles apresentam uma secção transversal em forma de “S”, incluindo três limas com diferentes tamanhos e conicidades (R25, R40 E R50):

- R25 (0,25mm de diâmetro e taper 0,08. Diâmetro em D16 = 1,05mm).
- R40 (0,40mm de diâmetro e taper 0,06. Diâmetro em D16 = 1,10mm).
- R50 (0,50mm de diâmetro e taper 0,05. Diâmetro em D16 = 1,17mm).

O sistema conta ainda com um motor específico (VDW.SILVER®RECIPROC®), pontas de papel absorvente e cones de Guta-Percha com as dimensões das respectivas limas.

O motor é alimentado por bateria do tipo recarregável, podendo ser utilizado concomitantemente ao processo de carregamento da mesma. O movimento é recíproco (oscilatório), com ângulos diferentes de rotação nos sentidos horário e anti-horário. Quando o instrumento é movimentado no sentido de corte de suas espiras, ele avança apicalmente, cortando dentina. Com o movimento contrário, ele se desprende da dentina, recuando do sentido apical. Entretanto, o ângulo do movimento no sentido de corte é maior que o ângulo do movimento no sentido contrário. Assim, verifica-se um avanço automático do instrumento através do canal ao fim de cada ciclo de “vai e volta”, sendo necessária uma mínima pressão no sentido apical. O motor apresenta programações específicas para cada instrumento, com diferenças nos ângulos de movimento e na velocidade. O ângulo do movimento no sentido de corte é sempre menor que o limite de elasticidade da lima, minimizando o risco de fratura do instrumento.

De acordo com o autor, trata-se de uma técnica extremamente simples. Faz-se necessário apenas um acesso direto aos canais, sem a utilização de brocas do tipo Gates Glidden ou qualquer tipo de preparo do orifício de entrada dos canais.

A seleção do instrumento a ser utilizado é realizada após avaliação de um exame radiográfico pré-operatório, e segue os seguintes critérios: Se a imagem do

canal for parcialmente visível ou completamente invisível na radiografia, o canal é considerado atresiado e um instrumento R25 deve ser selecionado. Se a imagem do canal for visível desde o acesso ao ápice, um instrumento manual de diâmetro 30 deve ser inserido passivamente até o comprimento aparente do dente (CAD). Daí, podem-se observar duas situações distintas: Caso a lima manual de diâmetro 30 alcance passivamente o CAD, o canal é considerado amplo e um instrumento R50 deve ser selecionado. Caso essa lima manual de diâmetro 30 não alcance de forma passiva o CAD, uma lima manual de diâmetro 20 deverá ser inserida, também de forma passiva, até o CAD. Se a lima 20 alcançar o CAD, o canal é considerado médio e um instrumento R40 deve ser selecionado. Caso a lima 20 não alcance o CAD, um instrumento R25 deve ser selecionado.

O comprimento aparente do dente pode ser obtido através de avaliação criteriosa de uma radiografia adequadamente angulada e processada. O stop de silicone é posicionado em aproximadamente 2/3 do comprimento aparente. O instrumento selecionado deve ser introduzido no canal, acionado a motor em programação específica, com cuidadoso movimento de “entrada e saída”, sem que o mesmo seja completamente retirado do canal. A amplitude desse movimento de “entrada e saída” não deverá exceder 3 a 4 mm. Com a aplicação de mínima pressão, o instrumento avança no sentido apical. Após três ciclos de “entrada e saída” ou ao encontrar algum tipo de resistência, o instrumento deve ser removido e o canal abundantemente lavado. Uma lima manual de diâmetro 10 ou 15 pode ser utilizada para checar a patência dos 2/3 estabelecidos. Essa sequência é repetida até que o Reciproc® alcance os 2/3 inicialmente previstos. Com o auxílio de lima manual 10 ou 15 e, de um localizador foraminal, faz-se a odontometria, e o comprimento de trabalho é estabelecido. O Reciproc® inicialmente utilizado, da mesma maneira, faz a instrumentação do terço apical.

O autor destaca ainda que, em casos de curvatura gradual da raiz, o Reciproc® pode ser utilizado com segurança após patência com instrumento manual 10. Entretanto, seu uso é contra indicado em casos de curvatura acentuada (dilaceração) da raiz, e a ampliação da porção apical deverá ser concluída com a utilização de limas manuais. Além disso, nas situações em que se necessita de uma maior ampliação do terço apical (acima de #50), esta deve ser realizada também com limas manuais.

2.3 WAVEONE (Dentsply)

O novo sistema WaveOne foi descrito por Webber et al (2011) e Ruddle (2011) e, segundo os autores, representa um conceito de lima única/uso único capaz de atingir os objetivos mecânicos e biológicos do preparo dos canais: remover bactérias e seus sub-produtos, e modelar para possibilitar uma obturação tridimensional com guta percha.

O sistema, de acordo com os autores, é composto por três instrumentos denominados Small (amarelo), Primary (vermelho) e Large (preto), com as seguintes características:

- Small (0,21mm de diâmetro e taper 0,06 constante).
- Primary (0,25mm de diâmetro e taper 0,08 de D1 a D3, diminuindo gradativamente de D4 a D16).
- Large (0,40mm de diâmetro e taper 0,08 de D1 a D3, diminuindo gradativamente de D4 a D16).

Os instrumentos são confeccionados a partir de tecnologia m-Wire®, que proporciona maior elasticidade e resistência à fratura que as tradicionais ligas de Ni-Ti, e apresentam duas secções transversais diferentes ao longo da parte ativa da lima: De D1 a D8 apresenta uma secção transversal triangular convexa modificada, enquanto que de D9 a D16, a secção é triangular convexa sem modificação.

Outra característica marcante desse sistema é o sentido de orientação do helicóide. Ele gira em sentido reverso, ou seja, o sentido de corte do instrumento é contrário (anti-horário). Além disso, o passo (distância entre as cristas das espiras) é variável ao longo da parte ativa da lima. Segundo os autores mencionados anteriormente, tais características proporcionam melhor flexibilidade e segurança ao instrumento.

O sistema conta com um motor WaveOne® que opera com bateria recarregável, contra-ângulo com redução de 6:1 e programações específicas. O equipamento é pré-programado para executar o movimento oscilatório, com variações nos ângulos de movimento, torque e velocidade. O ângulo do movimento no sentido anti-horário é cinco vezes maior que o ângulo do movimento no sentido

horário. Assim, a cada três repetições de “vai e volta”, em movimento oscilatório, o motor promove um giro de 360° ao instrumento, ou seja, uma volta completa no sentido anti-horário. O movimento no sentido anti-horário corresponde ao sentido de corte do instrumento (Hélice invertida), e é sempre executado com um ângulo inferior ao limite elástico da lima. Isso quer dizer que, durante o trabalho, a lima avança no sentido apical sem sofrer fadiga, tornando o processo extremamente seguro e confiável. Além desta programação específica para o movimento recíproco, o motor apresenta ainda configurações para trabalho com movimento rotatório contínuo, ou seja, possibilita a utilização de qualquer sistema rotatório contínuo, com ajustes de velocidade e torque.

A técnica de utilização do sistema WaveOne é simples, e se inicia com a tomada de uma adequada radiografia de diagnóstico. Com ela é possível ter uma noção de comprimento do dente (comprimento aparente), se o canal é estreito ou amplo, ou se apresenta alguma curvatura acentuada. Após a cirurgia de acesso, faz-se necessário escolher o instrumento a ser utilizado (small, primary ou large). As limas manuais são utilizadas inicialmente para ajudar neste processo de escolha:

- Caso uma lima manual 10 encontre muita resistência para alcançar o comprimento aparente do dente, um instrumento Small deve ser selecionado.
- Caso uma lima manual 10 alcance o comprimento aparente do dente sem dificuldade, um instrumento Primary deve ser selecionado.
- Caso uma lima manual 20 alcance o comprimento aparente do dente sem dificuldade, um instrumento Large deve ser selecionado.

Uma característica marcante dessa técnica é a ênfase dada a uma boa cirurgia de acesso, seguida de obtenção de patência com limas manuais. Os instrumentos WaveOne® devem sempre serem inseridos após obtenção de patência foraminal. As limas manuais, neste caso, têm a função de criar e/ou conferir a existência de espaço disponível para o trabalho seguro com instrumentos movidos a motor (Ruddle CJ, 2002).

O instrumento então selecionado deve ser inserido no canal sob abundante irrigação, acionado a motor, em movimento de “entrada e saída” com amplitude de no máximo 3 a 4 mm. Ao encontrar resistência, o instrumento deverá ser retirado do

canal e cuidadosamente inspecionado. Procede-se com volumosa irrigação e verificação de patência com lima manual. Essa sequência de procedimentos é repetida até que todo o comprimento de trabalho seja contemplado pela ação do WaveOne® selecionado.

Na prática clínica, Webber et al (2011) e Ruddle (2011) concordam em dizer que o WaveOne® Primary promove uma adequada instrumentação e modelagem em mais de 90% dos casos. Mesmo preconizando a utilização de um único instrumento, pode ser necessária a complementação da modelagem com um segundo WaveOne®. Por exemplo: o instrumento Small (21/06) é designado para o preparo de canais atresiadados, com comprimento de trabalho longo ou curvatura acentuada. Após a utilização deste instrumento em todo o comprimento de trabalho, nesses casos específicos, obtêm-se um caminho seguro para a ação do WaveOne® Primary. Por outro lado, uma lima Large (40/08) pode ser utilizada para a complementação de instrumentação inicialmente realizada com Primary (25/08), e assim por diante. Mesmo utilizando dois instrumentos, a técnica mostra-se mais segura e vantajosa que as convencionais rotatórias, com múltiplas limas.

2.4 LIMPEZA E MODELAGEM

Wan et al (2010) observaram que a capacidade de corte, e consequentemente de limpeza, de um instrumento endodôntico, está mais relacionada à secção transversal que ao número de espiras.

Cecchin et al (2011) avaliaram a eficiência de corte dos instrumentos K3, NiTi Tee, ProFile e Quantec de diâmetro 25/04. A eficiência de corte foi mensurada através da massa perdida pelos blocos de resina acrílica, utilizados durante a instrumentação de canais neles simulados. Os sistemas K3, NiTi e ProFile apresentaram resultados melhores que o sistema Quantec. Sistemas diferentes apresentam capacidades de corte também diferentes.

Sadeghi (2011) realizou um estudo comparativo, avaliando a capacidade de modelagem de instrumentos rotatórios de NiTi e instrumentos manuais de aço inox, em canais artificiais curvos e em diferentes pontos. Na porção apical, não houve diferença significativa entre os sistemas analisados. Entretanto, na porção coronal,

os sistemas rotatórios de NiTi ofereceram um canal mais geométrico, com melhor manutenção de seu formato original.

Franco et al (2011) observaram que uma lima rotatória de NiTi pode apresentar melhor performance quando utilizadas em movimento oscilatório recíproco.

Paqué et al (2011) não verificaram diferenças consideráveis na capacidade de limpeza ao utilizar uma única lima F2 ProTaper® em movimento recíproco ou a sequência completa de ProTaper® em movimento rotatório contínuo. Entretanto, a instrumentação com lima única (F2 ProTaper®) mostrou ser mais rápida.

Brkanic T et al (2012) em um estudo comparativo, analisaram a qualidade de limpeza e modelagem de sete sistemas de limas (ProTaper®, GT®, ProFile®, K3®, FlexMaster®, ProTaper® manual e GT® manual), em dentes humanos extraídos. O estudo demonstrou que todos os instrumentos testados apresentaram boa qualidade de preparo na porção apical do canal radicular.

Pinheiro et al (2012) sugerem a utilização dos instrumentos rotatórios de Ni-Ti como boa opção para o tratamento endodôntico de molares decíduos.

Berutti et al (2012) compararam as modificações no formato original de canais artificiais (Blocos de resina) após instrumentação com o sistema de uso-único WaveOne® Primary e o sistema rotatório ProTaper®. O sistema WaveOne® proporcionou menores alterações no formato original do canal, quando comparado ao sistema rotatório ProTaper®.

Schäfer et al (2012) em uma revisão sobre a utilização dos instrumentos de Ni-Ti, observaram que os trabalhos pesquisados concordam em afirmar que os instrumentos de Ni-Ti proporcionam melhor qualidade técnica de alargamento e modelagem. Verificaram, ainda, menor porcentagem de erro utilizando-se instrumentos de Ni-Ti, mesmo em preparo de canais com curvatura severa. Como conclusão, tem-se que quanto melhor a manutenção da forma original do canal, maiores são as taxas de sucesso do tratamento endodôntico.

Bürklein et al (2012) avaliaram a capacidade de limpeza e modelagem de dois sistemas de limas de uso único e movimento recíproco (Reciproc® e WaveOne®),

comparando com dois sistemas de limas rotatórias convencionais (Mtwo® e ProTaper®), em canais com curvatura acentuada. Nas condições do estudo, todos os sistemas mantiveram a curvatura do canal, demonstrando serem seguros. Os autores chamam a atenção para o fato de que mesmo sendo sistemas que efetuam toda a instrumentação com uma única lima, não houve prejuízo na capacidade de limpeza, quando comparados a sistemas com sequências de vários instrumentos.

Dagna et al. (2012) propuseram investigar a capacidade de diferentes instrumentos de Ni-Ti em fazer a desinfecção de canais radiculares previamente contaminados com E. faecalis. 60 dentes recém- extraídos e esterilizados foram propositalmente contaminados com células de E. faecalis. Os dentes foram instrumentados com diferentes instrumentos de Ni-Ti (Mtwo, Revo-S, Reciproc e OneShape), por um único operador, e sob irrigação com Hipoclorito de Sódio e EDTA 17%. As bactérias residuais foram quantificadas e os resultados submetidos à análise estatística. Concluiu-se que todos os instrumentos utilizados foram eficientes na redução da quantidade de bactérias, e que as limas de uso único são tão eficientes quanto os tradicionais instrumentos de Ni-Ti.

2.5 FADIGA E FRATURA

Shen et al (2009) concluem que o risco de fratura de instrumentos de NiTi é menor, quando um instrumento novo é utilizado por um endodontista experiente. A causa mais comum de fratura, embora raro, é a fratura por cisalhamento.

Gambarini (2001) avaliou a resistência à fadiga cíclica de instrumentos rotatórios de NiTi ProFile® novos e depois de um uso clínico prolongado. Os resultados demonstraram uma significativa redução no tempo de rotação para a fratura, notada entre os novos e os instrumentos clinicamente usados. Em todos os tamanhos analisados, os novos instrumentos foram significativamente mais resistentes que os usados.

Schäfer & Tepel (2001) analisaram a relação entre o formato característico dos instrumentos endodônticos de aço inoxidável e suas propriedades relacionadas à resistência à flexão e fratura. Os autores constataram que a resistência à flexão dependia das propriedades metalúrgicas e das superfícies dos instrumentos, onde a

modificação no formato da secção transversal de quadrado para triangular ou rombóide resultava em grande flexibilidade.

Gambarini et al (2008) sugeriram que novos métodos de fabricação de limas de Ni-Ti podem melhorar as propriedades mecânicas dos instrumentos endodônticos, e que estudos devem ser realizados para a constatação destas melhoras.

De Deus et al (2010) afirmam que a cinemática do movimento é um dos fatores mais importantes na determinação da resistência à fadiga cíclica de um instrumento endodôntico. Instrumentos ProTaper® F2 apresentaram resistência à fadiga cíclica consideravelmente superior quando acionados em movimento recíproco, em comparação aos mesmos instrumentos acionados em rotação contínua.

Varela-Patiño et al (2010) compararam a durabilidade de instrumentos quando utilizados em movimento rotatório e em movimento recíproco. Dois grupos foram estabelecidos. Grupo A: dentes instrumentados em movimento recíproco com 60° no sentido horário e 45° no sentido anti-horário. Grupo B: dentes instrumentados em movimento rotatório contínuo. Os instrumentos do grupo A (movimento recíproco) puderam ser utilizados por uma maior quantidade de vezes, quando comparados aos instrumentos do grupo B (rotação contínua).

Al-Hadlaq et al (2010) trabalharam comparando resistência e flexibilidade entre um sistema rotatório produzido com tecnologia M-Wire® (GT Series X®) e dois sistemas rotatórios produzidos a partir de convencionais ligas de Ni-Ti (GT® e ProFile®). Os resultados mostraram que o sistema rotatório GT Series X® (M-Wire®) apresentou maior resistência à fadiga flexural que os dois sistemas com convencional liga de Ni-Ti (GT® e ProFile®). Por outro lado, nenhuma diferença estatística foi observada entre os sistemas GT® e ProFile®.

You et al (2010) identificaram que o preparo de canais curvos utilizando uma única lima ProTaper® F2 foi significativamente mais seguro quando realizado em movimento recíproco.

Wan et al (2011) compararam a resistência à fadiga cíclica entre quatro instrumentos de Ni-Ti, sendo três rotatórios (K3®, ProFile® e GT Series X®) e um recíproco (SafeSiders®). Os instrumentos foram acionados por 5 minutos em canal artificial de aço inox, e o tempo decorrido até a fratura analisado. Todos os instrumentos rotatórios contínuos (K3®, ProFile® e GT Series X®) apresentaram falhas durante esse período, enquanto que nenhuma lima Safe Siders® (Movimento recíproco) fraturou.

Lee et al (2011) estudaram a distribuição de Stress em vários instrumentos de NiTi enquanto eles trabalhavam em canais curvos (canais artificiais com angulações de 25°, 35° e 45°). O ponto de maior stress no instrumento coincide com o ponto de ocorrência da fratura por fadiga cíclica.

Rodrigues et al (2011) acreditam que instrumentos endodônticos de NiTi produzidos por torção (Twisted File®) apresentam maior resistência à fadiga cíclica que os instrumentos produzidos por usinagem.

Gambarini et al (2012a) testaram as limas Twisted File® (Sybron Dental Specialities, Orange, CA, USA) em canais artificiais com curvatura de 60° sob circunstâncias diferentes: em movimento rotatório contínuo, e em movimento recíproco, com variações nos ângulos de oscilação. O movimento recíproco proporcionou mais resistência à fadiga, prolongando o tempo de utilização do sistema Twisted File nestas circunstâncias.

Gambarini et al (2012b) avaliaram a influência da variação do ângulo de reciprocidade na resistência à fadiga cíclica de instrumentos K3 XF®. Instrumentos 40/06 foram aleatoriamente divididos em 5 grupos. Grupos de 1 a 4 acionados em movimento recíproco com diferentes ângulos de reciprocidade. Grupo 5 acionados em movimento rotatório contínuo (controle). Os instrumentos foram acionados em canais artificiais confeccionados em blocos metálicos, e o tempo até que a fratura ocorresse foi analisado. Todos os instrumentos dos grupos de 1 a 4 demonstraram maior tempo de trabalho que os instrumentos do grupo 5 (controle), mas consideráveis diferenças foram verificadas entre os grupos de 1 a 4. Os autores concluíram que variações nos ângulos de reciprocidade (horário e anti-horário) exercem influência na resistência à fadiga cíclica dos instrumentos.

Kim JY et al (2012) em um estudo correlacionando fadiga cíclica e resistência Torsional, observaram que a fadiga cíclica pode reduzir a resistência à torção de uma lima consideravelmente.

Kim HC et al (2012) propuseram um estudo para comparar a resistência à fadiga flexural entre os sistemas de movimento recíproco Reciproc® e WaveOne® e um rotatório contínuo (ProTaper® F2). Os resultados mostraram que os dois sistemas submetidos ao movimento recíproco apresentam propriedades mecânicas significativamente superiores.

Bouska et al (2012) observaram diferenças significativas entre vários instrumentos testados, em relação à resistência à fratura por fadiga cíclica. Instrumentos submetidos a diferentes processos de fabricação, ou com diferenças no design, podem apresentar resistências à fratura também diferentes.

Gavini et al (2012) demonstraram que o instrumento Reciproc® R25 trabalhando em movimento recíproco apresentou maior resistência à fadiga flexural quando comparado ao trabalho em movimento rotatório contínuo.

Pedullà et al (2012) mostraram que a utilização de Reciproc® e WaveOne® submersos em Hipoclorito de sódio não apresentaram redução significativa na resistência à fadiga cíclica, contudo o instrumento Reciproc® R25 mostrou-se mais resistente que WaveOne® Primary.

Plotino et al (2012a) afirmam que operadores iniciantes na Endodontia (pouca experiência) podem utilizar com segurança os instrumentos rotatórios, desde que as recomendações técnicas sejam seguidas.

Plotino et al (2012b) avaliaram a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos Reciproc® (VDW) e WaveOne® (Dentsply) durante tratamento de canais artificiais. Dois grupos de 15 instrumentos de mesmo diâmetro foram testados. Grupo A: Reciproc® R25 e Grupo B: WaveOne® Primary. Os Instrumentos do Grupo A foram acionados utilizando as configurações de motor específicas para o sistema Reciproc®, enquanto os instrumentos do Grupo B foram acionados utilizando as configurações de motor específicas para o sistema WaveOne®. Os instrumentos foram acionados até que a fratura acontecesse, e os resultados analisados. As limas

Reciproc® mostraram-se significativamente mais resistentes à fadiga cíclica que as limas WaveOne®.

Plotino et al (2012c) afirmam que novos processos de fabricação envolvendo tratamento térmico produzem instrumentos de NiTi mais resistentes à fadiga, quando comparados aos instrumentos de NiTi produzidos sob os métodos tradicionais.

Arias et al (2012) analisaram a resistência à fadiga cíclica de Reciproc® e WaveOne® em dois níveis diferentes (5mm e 13mm da ponta ativa). Os trabalhos demonstraram que as limas Reciproc® são mais resistentes que as limas WaveOne® em todas as posições testadas. Além disso, verificaram que todos os sistemas apresentaram maior resistência aos 5 mm da ponta ativa.

Castelló et al (2012) testaram três instrumentos de NiTi quanto à resistência à fadiga cíclica (ProTaper®, WaveOne® e Twisted Files®). Os instrumentos foram acionados em canais artificiais com diferentes ângulos de curvatura. O tempo e o número de voltas até a ocorrência da fratura foram calculados. WaveOne® apresentou melhor resistência à fadiga cíclica que os demais, trabalhando por um período maior de tempo e, conseqüentemente desenvolvendo maior número de voltas até que a fratura ocorresse.

2.6. TRANSPORTE DO CANAL (“ZIP”) E EXTRUSÃO DE DEBRIS

Raspas de dentina, microrganismos, remanescentes de polpa e até mesmo soluções irrigadoras, podem ultrapassar o limite do forame apical durante a instrumentação do canal. A extrusão desses elementos pode gerar sérias conseqüências, como indução de inflamação, dor pós-operatória e atraso da cicatrização da região periapical (Seltzer & Naidorf, 1985).

Durante a instrumentação do canal radicular, é importante desenvolver um formato cônico (para possibilitar correta obturação) e manter o formato original do canal, assim como a posição do forame apical. Entretanto, a presença de curvatura pode causar dificuldade durante a instrumentação. A habilidade em manter o instrumento centralizado é importante para prover um correto alargamento, sem a ocorrência de desgaste excessivo ou comprometimento da estrutura radicular (Kandaswamy et al, 2009).

De-Deus et al (2010) propuseram uma avaliação quantitativa de tecido dentinário extruído através do forame apical, comparando a instrumentação com a sequência convencional ProTaper® (rotatório) e a instrumentação com uma única lima ProTaper® F2 em movimento recíproco (oscilatório). O trabalho foi realizado em dentes extraídos, montados em aparato específico. Como grupo controle, utilizaram dentes instrumentados com limas manuais Flexofile® e pré-alargamento com Gattes Gliden. O presente estudo não mostrou diferença significativa na quantidade de dentina extruída, comparando a sequência convencional de ProTaper® e ProTaper® F2 em movimento recíproco.

Setzer et al (2010) afirmaram que a hibridização de instrumentos diferentes em uma mesma sequência não aumenta o risco de transporte do canal, sendo uma alternativa válida para o preparo e modelagem.

Hartmann et al (2011) utilizando tomografia computadorizada, compararam a ocorrência de transporte da porção apical do canal, em raízes mesio vestibulares de molares superiores. Foram utilizadas três diferentes técnicas de instrumentação (instrumentação manual com K-Flexofiles®, K-Flexofiles® ativadas em sistemas oscilatório e rotatório ProPater®). Todas as técnicas analisadas produziram transporte do canal, e a técnica oscilatória proporcionou maior desgaste da face côncava da curvatura do canal.

El Batouty & El Mallah (2011) avaliaram o transporte do canal e alterações na curvatura do canal, após instrumentação com dois sistemas rotatórios (Twisted Files® e K3®). Quarenta dentes foram divididos em dois grupos e instrumentados pela técnica crown-down. Radiografias pré e pós-instrumentação foram realizadas e comparadas. De acordo com o estudo, instrumentação com Twisted File® produziu menor transporte do canal, com considerável manutenção do formato original do canal, quando comparada à instrumentação com o sistema K3®.

You et al (2011) concluíram que a utilização de movimento recíproco não resulta em maior desvio apical quando comparado ao movimento rotatório contínuo, mesmo na porção apical de canais curvos. Os trabalhos envolveram a comparação por meio de tomografia.

Berutti et al (2011) avaliaram a modificação do comprimento de trabalho após instrumentação com WaveOne® Primary em movimento recíproco e a incidência de sobreinstrumentação em relação ao comprimento de trabalho inicial. O presente estudo evidenciou uma redução significativa do comprimento de trabalho após a instrumentação com WaveOne® Primary, principalmente em canais com curvatura acentuada. Os autores recomendam checar o comprimento de trabalho antes do preparo da porção apical com WaveOne® Primary.

Bürklein & Schäfer (2012) realizaram um estudo “in Vitro” avaliando a quantidade de matéria orgânica extruída pelo forame apical, após instrumentação com sistemas rotatórios e sistemas de “lima única” em movimento recíproco. Oitenta incisivos inferiores foram divididos em quatro grupos de vinte dentes. Os grupos de dentes foram instrumentados com dois sistemas de uso único (reciproc® e WaveOne®) e dois sistemas rotatórios convencionais (Mtwo® e ProTaper®). Os dentes foram montados em aparatos específicos e a quantidade de material avaliada. Todos os sistemas avaliados provocaram extrusão de material através do forame, mas os sistemas de lima única (Reciproc® e WaveOne®) em movimento recíproco promoveram mais extrusão de debris que os sistemas rotatórios convencionais (Mtwo® e ProTaper®).

Duran-Sindreu et al (2012) avaliaram o transporte apical de canais após a instrumentação com Twisted Files® e Flexmaster®. Nenhuma diferença estatística pode ser observada.

Goldberg et al (2012) realizaram um trabalho “in vitro”, avaliando a influência da experiência do operador na centralização do preparo (prevenção de desvio ou transporte do canal) de canais artificiais (blocos de resina), utilizando o sistema WaveOne® em movimento recíproco. Canais instrumentados por um endodontista experiente foram comparados a canais instrumentados por estudantes. Diante das limitações do estudo, constataram que o sistema WaveOne® proporciona uma excelente capacidade de centralização do preparo do canal, mantendo o formato original do mesmo, independentemente do nível de experiência do operador.

2.7. INFLUÊNCIA DOS PROCESSOS DE ESTERILIZAÇÃO

Cohen & Burns (1980) citam o superaquecimento dos instrumentos durante a esterilização como uma possível causa que destempera o metal, fazendo com que o instrumento fique mais sujeito a fratura ao ser usado.

Roulet (1983) descreveu a dinâmica das fraturas dos instrumentos endodônticos convencionais, tendo como propósito investigar a influência da esterilização na fratura dos mesmos, levando em consideração o calibre e o tipo dos instrumentos. O autor concluiu que embora estatisticamente significativa, o efeito da esterilização sobre a fratura dos instrumentos é clinicamente irrelevante.

Álvares (1991) ressaltou a interferência do calor seco no destemperamento dos instrumentos, fato que poderia torná-lo quebradiço, recomendando que as limas de numeração inferior a 45 não sejam levadas à estufa por mais de três vezes, e do número 45 em diante, por mais de 4 ou 5 vezes.

Hilt (1996), citado por Lopes & Siqueira Júnior (1999), relatou que a esterilização repetida em autoclave, ou calor seco, não aumenta a probabilidade de fratura dos instrumentos de NiTi e que estes mesmos instrumentos apresentam grande resistência à torção, à corrosão e alta biocompatibilidade.

Yared *et al.* (1999) avaliaram a fadiga cíclica de instrumentos rotatório de NiTi ProFile® utilizando esterilização com calor seco após cada simulação de uso clínico, num total de dez simulações. Os resultados demonstraram que a esterilização com calor seco e a simulação de uso clínico na presença de hipoclorito de sódio não mostraram vantagem na diminuição do número de rotações na fratura dos instrumentos pesquisados.

Hilt *et al.* (2000) testaram a hipótese de que a realização de múltiplas esterilizações dos instrumentos endodônticos de aço inoxidável e de NiTi levariam a um contínuo decréscimo na resistência das limas à fratura por torção. Foram utilizadas 100 limas de NiTi e 100 limas tipo K, de número 30, divididas em 20 grupos. Cada grupo foi submetido a um tipo de esterilização (química ou a vapor de água), de 0 a 40 ciclos, variando de 10 em 10 ciclos cada grupo. Os resultados do estudo indicaram que nem a quantidade de ciclos nem o tipo de esterilização

utilizado (vapor ou química) afetam as propriedades de torção, dureza e a microestrutura das limas de aço inoxidável e de NiTi.

Messer et al (2003) questionaram a ideia de que todos os instrumentos endodônticos devem ser considerados de uso único.

Van Eldik et al (2004) estão certos de que os métodos convencionais de limpeza são eficientes na remoção de restos biológicos, presentes em instrumentos endodônticos.

Perakaki et al (2007) citam a complexidade do design e superfície dos instrumentos endodônticos como fatores de relevância na dificuldade de limpeza e descontaminação após o uso.

Venkatasubramanian et al (2010) consideram autoclave ou laser como métodos de esterilização eficientes na prática clínica.

Morrison & Conrod (2010) afirmam que brocas e limas devem ser consideradas instrumentos de uso único devido à ineficácia observadas dos métodos de esterilização. Em um estudo sobre avaliação da eficiência da esterilização, observaram que 58% das limas utilizadas em procedimentos ainda apresentaram contaminação após esterilização.

Casper et al (2011) avaliaram os efeitos de múltiplos ciclos de autoclavagem, na resistência à torção de novos instrumentos de NiTi recentemente lançados (tecnologia m-wire). Não foram verificados efeitos sobre a resistência após 1, 2, 3 ou 7 ciclos de esterilização.

King et al (2012) avaliaram efeitos de repetidos ciclos de autoclavagem na resistência à torção de dois sistemas rotatórios: Twisted Files® e GT Series X®. Quatro grupos de GT Series® e quatro grupos de Twisted Files® foram submetidos a 0, 1, 3 e 7 ciclos de autoclave. Os instrumentos não autoclavados serviram de controle. O sistema GT Series X® apresentou redução na resistência à torção após

3 e 7 ciclos de autoclave. Nenhuma alteração foi observada para o sistema Twisted Files®.

Spagnuolo et al (2012) identificaram, em experimentos controlados, que múltiplos ciclos de esterilização em autoclave provocam modificações na topografia de superfície, e na composição química de instrumentos convencionais de NiTi.

2.8 METALURGIA

Johnson et al (2008) mostraram que instrumentos ProFile® 25/04 confeccionados com a liga m-wire® apresentam resistência à fadiga cíclica superior aos mesmos instrumentos confeccionados com tradicionais ligas de NiTi. Este aumento na resistência à fadiga cíclica foi superior a 390%. Os autores explicam que Superelasticidade é associada a uma transformação da fase Martensita da liga, após a aplicação de certa quantidade de stress, em fase austenita e uma espontânea reversão (stress induzida) a Martensita quando o stress é liberado, fazendo com que o material recupere o seu formato original.

Alapati et al (2009) em um trabalho de caracterização metalúrgica da liga de NiTi denominada M-Wire®, identificaram que a liga apresenta as três fases cristalinas Martensita, R-Fase e Austenita.

Pereira et al (2012) realizaram um estudo comparando as propriedades físicas e mecânicas de instrumentos endodônticos produzidos com tratamento térmico (M-Wire®), e instrumentos endodônticos convencionais. Os instrumentos M-Wire® apresentaram propriedades físicas e mecânicas que podem oferecer mais flexibilidade e resistência à fadiga, quando comparados a métodos tradicionais de confecção de limas de NiTi.

Ye & Gao (2012) após um estudo envolvendo metalurgia, sugeriram que os instrumentos fabricados com a liga de NiTi M-Wire® são mais resistentes que os convencionais devido à microestrutura nano-cristalina Martensítica.

3. CONCLUSÃO

Tem sido constante a preocupação em obter um sistema de trabalho que aumente a produção, mantendo e/ou melhorando a qualidade do resultado final, além de diminuir o tempo e o esforço físico despendido. Assim sendo, o tempo, embora fator alheio ao tratamento endodôntico, cada vez mais se impõe, influenciando a escolha de materiais, instrumentos e técnicas a serem usados durante o preparo do canal radicular.

Diante disso, Reciproc® e WaveOne® representam um novo conceito de instrumentação. Na verdade, uma mudança de paradigma porque preconizam um preparo diferente do que até então era ensinado em cursos de Endodontia: modelagem sem a necessidade de pré-alargamento com múltiplos instrumentos.

A literatura disponibiliza vantagens de utilização dos sistemas de “Lima única/ uso único” em movimento recíproco, aos sistemas rotatórios convencionais: A liga metálica M-Wire®, utilizada na fabricação de Reciproc® e WaveOne® oferece maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica que as tradicionais ligas de NiTi; Melhor centralização do preparo, com menor incidência de desvio ou transporte do forame apical (manutenção do formato original do canal); O movimento alternado, ou recíproco, proporciona maior segurança que o rotatório contínuo. Como os ângulos dos movimentos nos sentidos horário e anti-horário são menores que o limite de elasticidade dos respectivos instrumentos (Reciproc® e WaveOne®), o risco de fratura por torção é minimizado; Redução no tempo de trabalho e, conseqüentemente, valorização da relação custo/benefício devido à redução da quantidade de instrumentos; e eliminação da possibilidade de contaminação cruzada entre pacientes, com a utilização de instrumento de uso único (descarte após o uso).

O movimento recíproco aparece como excelente alternativa para prevenção de erros durante o preparo dos canais radiculares. Independentemente da opção, é preciso a conscientização de que, para qualquer tipo de sistema, o caminho é o do perfeito domínio do passo a passo dos procedimentos, do conhecimento detalhado da anatomia interna dos dentes e das características dos instrumentos.

4. REFERÊNCIAS*

1. Al Hadlaq SMS, Aljarbou FA & Althumairy RI. Evaluation of cyclic flexural fatigue of M-Wire nickel-titanium rotary instruments. **J Endod.** 2010; 36(2): 305-307.
2. Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, et al. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. **J Endod.** 2009; 35: 1589–93.
3. Álvares S. **Endodontia clínica. 2. ed.** São Paulo: Editora Santos. 1991.
4. Arias A, Perez-Higueras JJ and Macorra JC. Differences in cyclic fatigue resistance at apical and coronal levels of Reciproc and WaveOne new files. **J Endod.** 2012; 38 (9): 1244-1248.
5. Bauman MA. Nickel-titanium: options and challenges. **Dent Clin N Am.** 2004; 48: 55–67.
6. Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, Pasqualini D. Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper System: a comparative study. **J Endod.** 2012; 38(4): 505-509.
7. Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, Pasqualini D. Effect of canal length and curvature on working length alteration with WaveOne reciprocating files. **J Endod.** 2011; 37(12): 1687-1690.
8. Bouska J, Justman B, Williamson A, DeLong C, Qian F. Resistance to cyclic fatigue of a new endodontic rotary file. **J Endod.** 2012; 38(5): 667-669.
9. Brkanic T, Stojsin i, Zivkovic S, Vukoje K. Canal Wall thickness after preparation with NiTi rotary files. **Microsc Res Tech.** 2012; 75(3): 253-257.
10. Bürklein S & Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-files and full-sequence rotary instrumentation systems. **J Endod.** 2012; 38: 850-852.

* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseada no modelo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

11. Bürklein S, Hinschitza K, Dammaschke T & Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. **Int Endod J.** 2012; 45: 449-461.
12. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1983; 55: 307–312.
13. Byström A, Sundqvist G. Bacteriological evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. **Scand J Dent Res.** 1981; 89: 321–328.
14. Casper RB, Roberts HW, Roberts MD, Himel VT, Bergeron BE. Comparison of autoclaving effects on torsional deformation and fracture resistance of three innovative endodontic file systems. **J Endod.** 2011; 37: 1572-1575.
15. Castelló-Escrivá R, Alegre-Domingo T, Faus-Matoses V, Román-Richon S, Faus-Liácer VJ. In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of ProTaper, WaveOne and Twisted Files. **J Endod.** 2012; 38(11): 1521-1524.
16. Cecchin D, de Sousa-Neto MD, Pécora JD, Gariba-Silva R. Cutting efficiency of four different rotary nickel titanium instruments. **J Conserv Dent.** 2011; 14(2): 117-119.
17. Coehn S, Burns RC. **Caminhos da polpa. 2. ed.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1980.
18. Dagna A, Arciola CR, Visai L, Selan L, Colombo M, Bianchi S, Poggio C. Antibacterial efficacy of conventional and single-use Ni-Ti endodontic instruments: an in vitro microbiological evaluation. **Int J Artif Organs.** 2012 Oct; 19:0.
19. De Deus G, Moreira E JL, Lopes HP, Elias CN. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. **Int Endod J.** 2010; 43: 1063-1068.
20. De Deus QD. **Endodontia. 5ª ed.,** 1992, Medsi: Rio de Janeiro, 695p.
21. De-Deus G, Brandão MC, Barino B, Di Giorgi K, Fidel RAS, Luna AS. Assessment of apically extruded debris produced by the single-file proTaper F2 technique under reciprocating movement. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod.** 2010; 110: 390-394.

22. Duran-Sindreu F, Garcia M, Olivieri JG, Mercadé M, Morelló S, Roig M. A comparison of apical transportation between Flexmaster and Twisted Files rotary instruments. **J Endod**. 2012; 38(7): 993-995.
23. El Batouty KM & El Mallah WE. Comparison of canal transportation and changes in canal curvature of two nickel-titanium rotary instruments. **J Endod**. 2011; 37(9): 1290-1292.
24. Ferraz CC, Gomes NV, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. **Int Endod J**. 2001; 34: 354–8.
25. Franco V, Fabiani C, Taschieri S, Malentacca A, Bortolin M, Del Fabbro M. Investigation on the shaping ability of Nickel-Titanium files when used with a reciprocating motion. **J Endod**. 2011; 37(10): 1398-1401.
26. Gambarini G, Gergi R, Naaman A, Osta N, Al Sudani D. Cyclic Fatigue analysis of twisted file Rotary NiTi instruments used in reciprocating motion. **Int Endod J**. 2012
27. Gambarini G, Grande NM, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, Testarelli L. Fatigue resistance of engine-driven Rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. **J Endod**. 2008; 34(8): 1003-1005.
28. Gambarini G, Rubini AG, Al Sudani D, Gergi R, Culla A, De Angelis F et al. Influence of different angles of Reciprocation on the cyclic fatigue of Nickel-Titanium endodontic instruments. **J Endod (In Press)**. 2012; 1-4.
29. Gambarini G. Cyclic fatigue of profile rotary instruments after prolonged clinical use. **Int Endod J**. 2001; 34(5): 386-389.
30. Gavini G, Caldeira CL, Akisue E, Miranda GT & KawaKami DAS. Resistance to flexural fatigue of Reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement. **J Endod**. 2012; 38(5): 684-687.
31. Goldberg M, Dahan S, Machtou P. Centering ability and influence of experience when using WaveOne Single-File technique in simulated canals. **Int J Dent**. 2012; 2012: 206321. Doi: 10.1155/2012/206321.
32. Grossman LI. **Endodontic practice, 7th ed**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1970.
33. Hartmann MS, Fontanella VR, Vanni JR, Fornari VJ, Barletta FB. CT evaluation of apical canal transportation associated with stainless steel hand

- files, oscillatory technique and ProTaper rotary system. **Braz Dent J.** 2011; 22(4): 288-293.
34. Hilt B, Chunningham J, Shen C, Richards N. Torsional properties of stainless-steel and nickel titanium files after multiple sterilizations. **J Endod.** 2000; 26(2): 76-80.
35. Hilt B. *Torsional properties of stainless steel and Nickel titanium files after multiple sterilizations. University of Florida College of Dentistry. Graduate Thesis, 1996. Apud Lopes HP, Siqueira Júnior, JF. Endodontia: biologia e técnica.* Rio de Janeiro: Medsi. 1999.
36. Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of Profile 25/04 rotary instruments. **J Endod.** 2008; 34(11): 1406-1409.
37. Kandaswamy D, Venkateshbabu N, Porkodi I, Pradeep G. Canal-centering ability: An endodontic challenge. **J Conserv Dent.** 2009; 12(1): 3-9.
38. Kazemi RB, Stenman E, Spangberg LS. Machining efficiency and wear resistance of nickeltitanium endodontic files. **Oral Surg, Oral Medi, Oral Path, Oral Radio, and Endodontics.** 1996; 8: 596–602.
39. Kim HC, Kwak S, Cheung GS, Ko DH, Chung S & Lee W. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. **J Endod.** 2012; 38(4): 541-544.
40. Kim JY, Cheung GS, Park SH, Ko DC, Kim JW, Kim HC. Effect from cyclic fatigue of nickel-titanium rotary files on torsional resistance. **J Endod.** 2012; 38(4): 527-530.
41. King JB, Roberts HW, Bergeron BE, Mayerchak MJ. The effect of autoclaving on torsional moment of two nickel-titanium endodontic files. **Int Endod J.** 2012; 45(2): 156-161.
42. Kuhn WG, Carnes DL Jr, Clement DJ, Walker WA 3rd. Effect of tip design of nickel-titanium and stainless steel files on root canal preparation. **J Endod.** 1997; 23: 735–8.
43. Lee MH, Versluis A, Kim BM, Lee CJ, Hur B, Kim HC. Correlation between experimental cyclic fatigue resistance and numerical stress analysis for nickel-titanium rotary files. **J Endod.** 2011; 37(8): 1152-1157.

44. Messer H, Parashos P, Moule A. Should endodontic files be single-use only? A position paper from the Australian and New Zealand Academy of Endodontists. **Aust Endod J.** 2003; 29(3): 143-145.
45. Morrison A & Conrod S. Dental burs and endodontic files: are routine sterilization procedures effective? **Tex Dent J.** 2010; 127(3): 295-300.
46. Özok AR, Persoon IF, Huse SM, Keijser BJJ, Wesselink PR, Crielaard W et al. Ecology of the microbiome of the infected root canal system: A comparison between apical and coronal root segments. **Int Endod J.** 2012; 45: 530-541.
47. Paqué F, Zehnder M, De Deus G. Microtomography-based comparison of reciprocating Single-File F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. **J Endod.** 2011; 37(10): 1394-1397.
48. Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. **J Endod.** 2006; 32(11): 1031-1043.
49. Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Palermo F, Gambarini G, Rapisarda E. Cyclic fatigue resistance of two reciprocating nickel-titanium instruments after immersion in sodium hypochlorite. **Int Endod J.** 2012 Jul 3.
50. Perakaki K, Mellor AC, Qualtrough AJ. Comparison of an ultrasonic cleaner and washer disinfectant in the cleaning of endodontic files. **J Hosp Infect.** 2007; 67(4): 355-359.
51. Pereira ES, Peixoto IF, Viana AC, Oliveira II, Gonzales BM, Bueno VT, Bahia MG. Physical and Mechanical properties of a thermomechanically treated NiTi wire used in the manufacture of rotary endodontic instruments. **Int Endod J.** 2012; 45(5): 469-474.
52. Pettiette MT, Delano EO, Trope M. Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-files and nickel-titanium hand files. **J Endod.** 2001; 27: 124-7.
53. Pinheiro SI, Araujo G, Bincelli I, Cunha R, Bueno C. Evaluation of cleaning and instrumentation time of manual, hybrid and Rotary instrumentation techniques in primary molars. **Int Endod J.** 2012; 45(4): 379-385.
54. Plotino G, Al Sudani D, Pulino S, Grande NM, Marcoli PA, Pizzi S, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue resistance of two NiTi rotary instruments used by experienced and novice operators: an in vivo and in vitro study. **Med Sci Monit.** 2012; 18(6): 41-45.

55. Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. **Int Endod J**. 2012 Jul; 45 (7): 614-618.
56. Plotino G, Testarelli L, Al Sudani D, Pongione G, Grande NM, Gambarini G. Fatigue resistance of rotary instruments manufactured using different nickel-titanium alloys: a comparative study. **Odontology**. 2012.
57. Reddy SA, Hicks ML. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. **J Endod**. 1998; 24: 180–3.
58. Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. The “balanced-force” concept for instrumentation of curved canals. **J Endod**. 1985; 11(5): 203-211.
59. Rodrigues RC, Lopes HP, Elias CN, Amaral G, Vieira VT, De Martin AS. Influence of different manufacturing methods on the cyclic fatigue of rotary nickel-titanium endodontic instruments. **J Endod**. 2011; 37(11): 1553-1557.
60. Roulet JF. Dynamic fracture of conventional endodontic instruments versus experimental files. **J Endod**. 1983; 9(1): 12-6.
61. Ruddle CJ. Cleaning and shaping root canal systems. **Caminhos da Polpa, 8ª ed.**, Cohen S, Burns RC, eds. St. Louis: Mosby, 2002; 231-291.
62. Ruddle CJ. Endodontic canal preparation: WaveOne Single-File technique. **Dent Today**. 2012.
63. Sadeghi S. Shaping ability of NiTi rotary versus stainless steel hand instruments in simulated curved canals. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**. 2011; 16(3): e454-e458.
64. Schäfer E, Bürklein S. Impact of nickel-titanium instrumentation of the root canal on clinical outcomes: a focused review. **Odontology**. 2012; 100(2): 130-136.
65. Schäfer E, Tepel J. Relationship between design features of endodontic instruments and their properties. Part 3. Resistance to bending and fracture. **J Endod**. 2001; 27(4): 299- 303.
66. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. **Dent Clin North Am**. 1974; 18: 269–96
67. Seltzer S & Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. **J Endod**. 1985; 11: 472-478.

68. Setzer FC, Kwon TK, Karabucak B. Comparison of apical transportation between two rotary file systems and two hybrid rotary instrumentation sequences. **J Endod.** 2010; 36(7): 1226-1229.
69. Shen Y, Coil JM, McLean AG, Hemerling DL, Haapasalo M. Defects in nickel-titanium instruments after clinical use. Part 5: Single use from endodontic specialty practices. **J Endod.** 2009; 35(10): 1363-1367.
70. Sonntag D, Peters OA. Effect of prion decontamination protocols on nickel-titanium rotary surfaces. **J Endod.** 2007; 33: 442–6.
71. Southard DW, Oswald RJ, Natkin R. Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. **J Endod.** 1987; 13: 479-489.
72. Spagnuolo G, Ametrano G, D'Antò V, Rengo C, Simeone M, Riccitiello F, Amato M. Effect of autoclaving on the surfaces of TiN-Coated and conventional Nickel-Titanium rotary instruments. **Int Endod J.** 2012
73. *Spongiform Encephalopathy Advisory Committee (2006) Annual Report, p. 6.* Apud Yared 2008.
74. Turek T, Langeland K. A light microscopic study of the efficacy of the telescopic and the Giromatic preparation of root canals. **J Endod.** 1982; 8(10): 437-443.
75. Van Eldik DA, Zilm PS, Rogers AH, Marin PD. A SEM evaluation of debris removal from endodontic files after cleaning and steam sterilization procedures. **Aust Dent J.** 2004; 49(3): 128-135.
76. Varela-Patiño P, Ibañez-Párraga A, Rivas-Mundiña B, Cantatore G, Otero XL, Martín-Biedma B. Alternating versus continuous rotation: A comparative study of the effect on instrument life. **J Endod.** 2010; 36(1): 157-159.
77. Venkatasubramanian R, Jayanthi, Das UM, Bhatnagar S. Comparison of the effectiveness of sterilizing endodontic files by 4 different methods: an in vitro study. **J Indian Soc Pedod Prev Dent.** 2010; 28(1): 2-5.
78. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. **J Endod.** 1988; 14: 346–51.
79. Wan J, Rasimick BJ, Musikant BL & Deutsch AS. A comparasion of cyclic fatigue resistance in reciprocating and rotary nickel-titanium instruments. **Aust Endod J.** 2011; 37: 122-127.

80. Wan J, Rasimick BJ, Musikant BL, Deutsch AS. Cutting efficiency of 3 different instrument designs used in reciprocation. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2010; 109(5): e82-e85.
81. Webber J, Machtou P, Pertot W, Kuttler S, Ruddle CJ, West JD. The WaveOne single-file reciprocating system. **Roots.** 2011; 1: 28-33.
82. Weisz G. A clinical study using automated instrumentation in root canal therapy. **Int Endod J.** 1985; 18: 203-209.
83. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. **Int Endod J.** 2008; 41: 339-344.
84. Yared G. Canal preparation with only one Reciprocating instrument without prior hand filing: A new concept. 2011. Disponível em: URL: http://www.vdwreciproc.de/images/stories/pdf/GY_Artikel_en_WEB.pdf
85. Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P. Cyclic fatigue of profile rotary instruments after simulated clinical use. **Int Endod J.** 1999; 32(2): 115-119.
86. Ye J, Gao Y. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. **J Endod.** 2012; 38(11): 105-107.
87. You S, Bae K, Kum K, Shon W, Lee W. Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. **J Endod.** 2010; 36(12): 1991-1994.
88. You SY, Kim HC, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Lee W. Shaping ability of reciprocating motion in curved root canals: A comparative study with Micro-Computed tomography. **J Endod.** 2011; 37(9): 1296-1300.

