

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**Elvira Maria Borges Gonçalves**

**ANÁLISE DA CAPACIDADE DE CORTE E  
DEFORMAÇÃO DAS LIMAS K3 E RT  
DENSELL**

**Taubaté - SP**  
**2007**

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**Elvira Maria Borges Gonçalves**

**ANÁLISE DA CAPACIDADE DE CORTE E  
DEFORMAÇÃO DAS LIMAS K3 E RT  
DENSELL**

Dissertação apresentada para a  
obtenção do Título de Mestre pelo  
Programa de Pós-Graduação do  
Departamento de Odontologia da  
Universidade de Taubaté.

Área de concentração: Endodontia  
Orientador: Prof. Dr. João Marcelo  
Ferreira de Medeiros

**Taubaté - SP**  
**2007**

Gonçalves, Elvira Maria Borges

Análise da capacidade de corte e deformação das limas K3 e RT  
Densell/ Elvira Maria Borges Gonçalves – 2007.  
95f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Taubaté, Departamento  
de Odontologia, 2007.

Orientação: Prof. Dr. João Marcelo Ferreira de Medeiros,  
Departamento de Odontologia.

1. Níquel 2. Titânio 3. Instrumentação 4. Microscopia I. Título.

**ELVIRA MARIA BORGES GONÇALVES**

**ANÁLISE DA CAPACIDADE DE CORTE E DEFORMAÇÃO DAS LIMAS K3 E**

**RT DENSELL**

Dissertação apresentada para a  
obtenção do Título de Mestre pelo  
Programa de Pós-Graduação do  
Departamento de Odontologia da  
Universidade de Taubaté.

**Data:** \_\_\_\_\_

**Resultado:** \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dr.** \_\_\_\_\_ **Universidade de**

**Taubaté**

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Prof.**

**Dr.** \_\_\_\_\_ **Universidade** \_\_\_\_\_

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Prof.**

**Dr.** \_\_\_\_\_ **Universidade** \_\_\_\_\_

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Dedico este trabalho a meu marido, Alberto Sande de Almeida Neto, e a minha filha, Rafaela Gonçalves de Almeida, pela compreensão e paciência nos momentos de ausência, nas minhas ansiedades, e por tudo que eles demonstraram durante essa jornada, ao perceber minha dedicação e paixão por esse trabalho e pela minha profissão.**

**A meus pais, Nilton e Yvone (*in memoriam*), por terem me dedicado muito amor e serem responsáveis por toda a minha formação e pelos princípios que pautam minha vida.**

**A meus irmãos e sobrinhos, por estarem a meu lado em todos os momentos da minha vida.**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Dr. João Marcelo Ferreira de Medeiros, orientador deste trabalho, pelo conhecimento, bom humor, otimismo, paciência e amizade. Caro professor: a convivência durante o curso me fez perceber o quanto você é especial e estará eternamente no meu coração.

Ao querido amigo, colega e irmão Paulo César Pinheiro Feitosa, pela dedicação, companheirismo e apoio, sempre incentivando e acreditando no meu sucesso. Sinto-me privilegiada de tê-lo como parte da minha família.

Ao Professor Dr. Silvio Albergaria, pela sabedoria, generosidade, apoio, disposição e amizade. Prezado professor: agradeço, do fundo de meu coração, tudo que você representou e representa na minha vida acadêmica e universitária.

À Professora Dra. Sandra Márcia Habitante, pelo exemplo de amor à profissão, pela dedicação e amizade. Querida professora, sinto-me orgulhosa de conhecê-la e hoje você faz parte da minha vida, pois seu exemplo de virtudes e qualidades me faz crescer.

Ao Professor Dr. José Luiz da Silva Lage-Marques, por tudo que ele representa como ilustre professor e pesquisador. Quero aqui apresentar meus parabéns, homenageá-lo como bom profissional e agradecer todo conhecimento que soube compartilhar comigo.

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade de Taubaté, pelo financiamento da pesquisa, em particular à Professora Dra. Ana Christina Claro Neves, coordenadora do Curso de Mestrado, pelo apoio e incentivo.

Ao Professor Dr. Luis Carlos Laureano da Rosa, por toda dedicação e empenho na análise estatística deste trabalho, meu cordial agradecimento.

Ao Professor Dr. Luis Rogério de Oliveira Hein, meus sinceros agradecimentos pela vontade de ajudar e por disponibilizar o Laboratório de Análise de Imagens de Materiais (LAIMat) do Departamento de Materiais e Tecnologia (DMT) da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (UNESP) para as análises de microscopia das amostras desta pesquisa.

Ao Professor Dr. Evandro Luís Nohara, pela disposição e permissão para a utilização do Laboratório e Materiais, Tratamentos de Superfície e Nanotecnologia do Departamento de Engenharia Mecânica da UNITAU, minha gratidão.

Ao técnico José Arauto Ribeiro, por todo apoio na confecção das amostras no laboratório de Materiais e Ensaio do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté, minha eterna gratidão.

Às minhas amigas Marcélia Medeiros e Kátia de Medeiros Sena, pelo apoio incentivo e paciência na conclusão desse trabalho.

Ao Departamento de Clínica Integrada e Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), pelo apoio, incentivo e compreensão.

Aos Professores do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação da Universidade de Taubaté, pela ajuda no meu crescimento e desenvolvimento como docente.

Aos colegas do Curso de Mestrado, pela convivência, amizade, companheirismo e por tudo que passamos juntos nesta caminhada, minha saudade.

**“Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes.”**

**Isaac Newton**



## RESUMO

Com o advento da tecnologia, a endodontia ficou mais eficiente, dando maior qualidade ao tratamento. Tendo em vista a importância dos novos instrumentos endodônticos, vislumbrou-se a necessidade de estudá-los mais detalhadamente. Este trabalho se propõe a analisar a capacidade de corte e deformação das limas K3 e RT Densell, utilizando cinquenta canais radiculares simulados, confeccionados em resina fenólica, os quais foram divididos em dois grupos: A e B. O grupo A foi instrumentado por limas do sistema rotatório Rt Densell, enquanto o grupo B com limas do sistema rotatório K3. Os blocos dos canais simulados eram pesados antes e após instrumentação, com vistas à análise da quantidade de resina removida em cada sistema. As limas de diâmetro da ponta 20 e conicidade 0.02 usadas foram avaliadas por meio de microscópio com iluminação episcópica, em campo escuro (Nikon Epiphot 200). Os valores dos resultados foram submetidos à análise da distribuição amostral e estabelecidos os testes estatísticos, considerando-se o nível de significância de 5%. Os resultados revelam que as limas de níquel-titânio do sistema rotatório da marca RT Densell® possuem maior capacidade de corte do que as limas do sistema rotatório da marca K3®, com significado estatístico ( $p < 0,05$ ). Considerando a superfície das lâminas de corte observadas no microscópio, verificou-se que não ocorreram diferenças estatisticamente significantes entre as marcas ( $p > 0,05$ ).

Palavras-chave: Endodontia. Instrumentação. Níquel. Titânio. Microscopia.

## ABSTRACT

The technology in endodontics it was more efficient giving bigger quality to the treatment. In view of the importance of the new endodontics instruments, it was to verify the necessity to study them more at great length. The purpose of the present investigation were analyze the capacity of cutting ability and deformation of files and RT Densell and K3. It were used 50 simulated root canals in phenolic resin and were divided in two groups being the group A was instrumented with the nickel-titanium rotatory system Rt Densell while group B with instruments of the nickel-titanium rotatory system K3. The blocks of the simulated canals were weighed before and after that it were instrumentation with and following it were weighed and analysis of the amount of resin removed in each system. The files of diameter of used 20 tip and taper 0,02 had been evaluated by means of the one in microscope with episcopic illumination in dark field (Nikon Epiphot 200). The values of the results had been submitted to the analysis of the amostral distribution and established the statistical tests, considering the level of significance of 5%. Of its results they consist that, the nickel-titanium files of the rotatory system RT Densell® have a greater capacity of cut than instruments the nickel-titanium rotatory system K3® and statistical difference significant ( $p < 0,05$ ). Considering the surface of the observed blades of cut in the microscope it was verified no had been statistical differences significant between the marks ( $p > 0,05$ ).

Key-words: Endodontics. Instrumentation. Nickel. Titanium. Microscopy.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**(p)**: Valor de p, índice de significância

**cm**: Centímetro

**CD** - Compact disc

**DSC** - Diferencial calorimétrico de varredura

**D<sub>0</sub>** - Diâmetro da ponta do instrumento

**D<sub>10</sub>** - Diâmetro da ponta do instrumento a 10 mm

**D<sub>13</sub>** - Diâmetro da ponta do instrumento a 13 mm

**D<sub>16</sub>** - Diâmetro da ponta do instrumento a 16 mm

**EDTA**: Ácido etilenodiamino tetracético

**ENDO PTC**: Peróxido de uréia, Tween 80 e Carbowax

**G** - Grupo

**g**: Gramas

**ISO** - International Standard Organization

**kN**: KiloNewton

**MEV**: Microscopia eletrônica de varredura

**Mg**: Miligramas

**mm**: Milímetro

**n**: Número de amostras

**N**: Newton

**NaCl**: Cloreto de sódio

**NaOCl**: Hipoclorito de sódio

**NiTi**: Níquel-Titânio

**°C**: Grau Celcius

**Rc-Prep:** Peróxido de uréia; EDTA; Polietilenoglicol

**rpm:** Rotação por minuto

< - menor

> - maior

**µm** - micrômetro

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Blocos de resina	54
Figura 2 - Termo-plastificador	55
Figura 3 - Confeção do canal simulado	55
Figura 4 - Confeção do canal simulado	55
Figura 5 - Confirmação do comprimento do canal simulado	56
Figura 6 - Confirmação do comprimento do canal simulado	56
Figura 7 - Lima tipo K	57
Figura 8 - Ampliação do canal	58
Figura 9 - Balança analítica	58
Figura 10 - Limas RT Densell	60
Figura 11 - Limas K3	60
Figura 12 - X-SMART	61
Figura 13 - Preparo do canal	61
Figura 14 - Irrigação e aspiração	62
Figura 15 - Secagem	62
Figura 16 - Fotomicrografia das limas RT Densell	69
Figura 17 - Fotomicrografia das limas RT Densell	69
Figura 18 - Fotomicrografia das limas RT Densell	69
Figura 19 - Fotomicrografia das limas RT Densell	70
Figura 20 - Fotomicrografia das limas RT Densell	70
Figura 21 - Fotomicrografia das limas K3	71
Figura 22 - Fotomicrografia das limas K3	71
Figura 23 - Fotomicrografia das limas K3	71

Figura 24 - Fotomicrografia das limas K3	72
Figura 25 - Fotomicrografia das limas K3	72
Figura 26 - Gráfico da quantidade de resina removida pelas limas RT Densell e K3	73
Figura 27- Gráfico comparativo da quantidade de resina removida pelas limas RT Densell e K3 entre o primeiro e quinto uso	73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade em miligramas de resina fenólica removida de cada caixa de limas RT Densell®	66
Tabela 2 - Estatística descritiva da somatória das remoções com as limas RT Densell®	66
Tabela 3 - Quantidade em miligramas de resina fenólica removida de cada caixa de Média aritmética e desvio padrão dos escores limas K3®	67
Tabela 4 - Estatística descritiva da somatória das remoções com as limas K3®	67
Tabela 5 - Média aritmética e desvio padrão dos escores	67
Tabela 6 - Testes estatísticos da remoção e do desgaste das limas RT Densell e K3.	68
Tabela 7- Teste de normalidade dos dados Kolmogorov-Smirnov	68

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>18</b>
<b>3 PROPOSIÇÃO</b>	<b>53</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODO</b>	<b>54</b>
4.1 Confeccção dos blocos de resina	54
4.2 Limite apical de preparo dos canais simulados	56
4.3 Preparo dos canais simulados	57
4.4 Desidratação inicial dos blocos de resina	58
4.5 Pesagem inicial dos blocos de resina	58
4.6 Esterilização das limas	59
4.7 Divisão aleatória dos grupos	59
4.8 Preparo dos canais simulados com sistema rotatório	59
4.9 Desidratação final dos blocos de resina	62
4.10 Pesagem final dos blocos de resina	63
4.11 Análise microscópica	63
4.12 Tratamento estatístico das amostras	64
<b>5 RESULTADOS</b>	<b>66</b>
<b>6 DISCUSSÃO</b>	<b>74</b>
<b>7 CONCLUSÃO</b>	<b>84</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>85</b>



**APÊNDICE**

91

**APÊNDICE**

92

## 1 INTRODUÇÃO

Com o advento de procedimentos tecnológicos mais adequados, a odontologia teve um avanço capaz de oferecer comodidade e facilidade ao profissional para executar suas tarefas com mais competência, além de proporcionar conforto ao paciente e conseqüente qualidade no tratamento.

De acordo com Pessoa (2003), nos primórdios da odontologia, no século XVIII, frente à necessidade constatada pelos profissionais de realizarem esvaziamento dos canais radiculares, utilizavam-se, para isso, instrumentos endodônticos confeccionados artesanalmente, tais como alfinetes, cordas de piano e mola de relógio. Com os novos conceitos biológicos estabelecidos no século XX, princípios técnicos mais apurados impulsionaram a criação de instrumentos endodônticos mais eficientes.

Segundo Lopes e Siqueira Júnior (1999), os instrumentos endodônticos eram fabricados de maneira empírica e com formas e variações de acordo com a vontade dos fabricantes, sendo Ingle e Levine aqueles que idealizaram a padronização tão necessária aos instrumentos endodônticos, as quais, posteriormente, foram aceitas pela Associação Americana de Endodontia, em 1962. Em 1976, os instrumentos endodônticos, que eram fabricados em aço carbono, passaram a serem manufaturados em aço inoxidável, agora sim possuidores de maiores vantagens como tenacidade, dureza, capacidade de corte, resistência à corrosão e à fratura. Graças a isso, os instrumentos de aço carbono saíram do mercado.

Por outro lado, outros avanços tecnológicos permitiram a confecção de instrumentos com outras ligas metálicas, como as fabricadas com liga de

níquel-titânio, bem como propiciaram modificações no desenho da secção transversal e no ângulo de corte da lâmina. Mais ainda, alteraram o desenho da ponta do instrumento e promoveram modificações nas dimensões dos instrumentos endodônticos em relação à sua conicidade e ao diâmetro de sua ponta.

De acordo com a literatura, a liga metálica à base de níquel-titânio apresenta um pequeno módulo de elasticidade – aproximadamente um quarto em relação ao aço inoxidável – grande elasticidade, resistência à deformação plástica e resistência à fratura.

A fabricação dos instrumentos endodônticos de níquel-titânio iniciou-se em 1992 e, atualmente, os instrumentos rotatórios estão sendo utilizados em larga escala entre os endodontistas que fizeram a opção pela instrumentação automatizada. Alguns trabalhos foram publicados no intuito de se analisar o poder de corte e o desgaste ocorrido nesses instrumentos após o uso.

A prática clínica informa que, apesar de diminuir o estresse profissional e oferecer uma qualidade de desempenho técnico eficiente, há necessidade de avaliação quanto às possíveis alterações estruturais dessas limas, frente ao número de vezes e ao tempo de emprego.

Com vistas a isso, instrumentos em melhores condições de uso podem evidentemente executar um tratamento endodôntico com mais eficiência, permitindo realizar uma boa limpeza e a desinfecção do sistema de canais radiculares, respeitando a forma anatômica do canal radicular.

Claro está que, para se chegar a esse objetivo, há necessidade de operar com um instrumento em melhores condições de uso, para que não ocorra fratura e até mesmo para que se faça um preparo adequado do canal

radicular. Aliás, conjugar todos estes esforços com um profissional experiente, com conhecimento, técnica e bom senso é o principal objetivo de toda a instrumentação do canal radicular.

Para tal, existem contradições na literatura com relação ao uso conveniente dessas limas, isto é, quantas vezes elas poderão ser utilizadas com eficiência, permanecendo com uma boa capacidade de corte, sem apresentar apreciáveis deformações capazes de comprometer a qualidade do trabalho.

Com essa preocupação, há necessidade de se reunir mais conhecimento sobre o assunto, no intuito de contribuir para maior desempenho e segurança na execução do tratamento endodôntico. Tendo em vista a importância dos novos agentes tecnológicos facilitadores na área da Endodontia, vislumbra-se a necessidade de estudá-los mais detalhadamente.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

O preparo do canal radicular representa, sem sombra de dúvida, uma das etapas mais importantes da terapia endodôntica, e tal procedimento repousa em uma tríade, a saber: o instrumento, a escolha da técnica de preparo do canal radicular e o operador.

O instrumento escolhido deve ser aquele de reconhecida capacidade de corte e flexibilidade. Há dois os tipos de ligas comumente empregadas na fabricação de instrumentos endodônticos: uma liga de aço inoxidável e outra de níquel-titânio.

Com relação a essas últimas limas, pesquisas têm sido realizadas com vistas à análise, sobretudo quanto ao desgaste e à capacidade de corte em relação à frequência de uso bem como à esterilização. Deve-se levar em conta o substrato empregado para a confecção do canal, na realização das pesquisas, quando se comparam instrumentos entre si com ligas semelhantes e também com aqueles instrumentos de aço inoxidável, de uso rotineiro na prática diária.

Porém, carecemos de mais informações sobre experimentações com limas de níquel-titânio e de aço inoxidável, no que concerne à sua capacidade de corte e o efeito ou não da esterilização na superfície das lâminas de corte desses instrumentos.

Morrison, Newton e Brown Júnior (1989) analisaram a ação da esterilização e da frequência de uso em função da capacidade de corte dos

instrumentos endodônticos de aço inoxidável. Utilizou dentes humanos e 55 limas Flexofile número 25, que foram divididas em oito grupos: grupo 1 (controle), com cinco limas não usadas nem esterilizadas; grupo 2 (controle), com cinco limas não usadas e esterilizadas uma única vez; grupo 3 (controle), com cinco limas não usadas e esterilizadas cinco vezes; grupo 4 (controle), com cinco limas não usadas e esterilizadas dez vezes; grupo 5 (controle), com cinco limas não usadas e esterilizadas 15 vezes; grupo 6 (experimental), com dez limas, cada uma delas usada em um molar e esterilizadas uma única vez; grupo 7 (experimental), com 10 limas usadas em cinco molares e esterilizadas cinco vezes; grupo 8 (experimental), com dez limas usadas em dez molares e esterilizadas dez vezes. Os grupos de controle 2, 3, 4 e 5 foram esterilizados uma, cinco, dez e 15 vezes, respectivamente, em autoclave, assim como os demais grupos. O teste de eficiência de corte foi executado em um aparelho que compara a deformação das limas quando usadas em movimentos lineares. A análise da microscopia eletrônica foi executada em cada grupo. Diferenças significantes foram encontradas entre o grupo experimental, que instrumentou um único molar, e aqueles usados em cinco ou dez molares. Entre os grupos de controle, não houve diferenças que pudessem constatar a perda da capacidade de corte somente pela esterilização.

Com vistas a aferir a eficiência de corte de um método de precisão, Yguel-Henry, Vannesson e Von Stebut (1990) valeram-se exclusivamente de movimentos lineares, com instrumentos em canais radiculares. A instrumentação foi realizada por um único operador, por meio de um equipamento automático de teste mecânico, montado como um acessório em uma máquina de tensão Instron. Com esse mecanismo, foi possível realizar

simulação de preparo do canal, cujo propósito era o de obter uma eficácia de movimentos com o instrumento, de sorte a permitir que o corte com o instrumento fosse próximo aos movimentos que são realizados do ponto de vista clínico, nos pacientes. Os mencionados autores chamam a atenção para o fato de que a eficiência de corte é feita por meio de avaliação do desgaste de um substrato, tomando-se como medida o volume removido por meio de um mapeamento de três superfícies tridimensionais do osso bovino, o qual, aliás, constitui um substrato substituto da dentina. Uma precisão do volume de  $3 \times 10$  ( $- 3$ )  $\text{mm}^3$  foi conseguida, equivalendo a uma definição do peso melhor do que dez microgramas. Notou-se ainda que os dados apresentados sobre a eficiência de corte para a lima tipo K e a lima tipo H mostraram um destacado desempenho, principalmente para o último instrumento. Outro detalhe de relevância foi que, nesse experimento, foi adicionado, durante a instrumentação, um lubrificante, isto é, uma substância auxiliar durante a movimentação da lima, representada pela água e pelo hipoclorito de sódio, cuja finalidade, a essa altura, era aumentar a eficiência de corte da lima, o que acarretou, para a lima tipo K, um acréscimo na eficiência de corte de mais 200%, e mais de 30%, para a lima tipo H, sendo que a água e as soluções de hipoclorito de sódio a 2,5% apresentaram efeitos semelhantes.

Silva (2001) teve como objetivo avaliar a capacidade e perda de corte, comparando limas endodônticas tipo K de aço inoxidável (Flexofile) e de níquel-titânio (Nitiflex). Utilizou a diáfise do fêmur bovino, procurando tirar a maior quantidade possível da porção não mineralizada. O osso foi seccionado no sentido longitudinal, obtendo-se pequenas placas retangulares, nas quais foram confeccionadas dez canaletas. A primeira canaleta foi utilizada como

grupo de controle, para comparar os desgastes promovidos nas demais. Confeccionou-se um simulador de desenvolvimento do movimento de vaivém de limagem para a instrumentação dos canais radiculares. Foram usadas trinta amostras: 15 limas de níquel-titânio (Nitiflex) e 15 limas de aço inoxidável (Flexofile), ambas tipo K, da marca Maillefer, de número trinta e cinco, com 25 milímetros de comprimento, em trinta placas de osso bovino previamente preparadas. Por meio de um projetor de perfil (Projector–Profile) e de um microscópio eletrônico de varredura (MEV), seis instrumentos endodônticos de cada grupo estudado foram avaliados, tomando-se como base o número de estrias e o ângulo de hélice em relação ao longo eixo, em quatro locais pré-estabelecidos, correspondentes aos diâmetros  $D_0$ ,  $D_{10}$ ,  $D_{13}$ ,  $D_{16}$ , e o tamanho da lâmina de  $D_0$  a  $D_{16}$ . Foi iniciada a limagem das placas ósseas na segunda canaleta por cinco minutos, totalizando 690 movimentos de três milímetros de amplitude ( $D_6$  ao  $D_{10}$ ), com uma força de 150 gramas aplicada na placa óssea, após o que o motor era desligado. Foram realizados, sucessivamente, os mesmos procedimentos nas demais canaletas, sem se modificar a posição da lima. O mesmo método foi repetido oito vezes, totalizando nove usos para cada lima fixada. Mediu-se a profundidade de corte das canaletas da placa óssea, empregando-se o projetor de perfil. Concluiu-se que as limas Flexofile apresentaram capacidade de corte maior que as limas Nitiflex, e ambas perderam a capacidade de corte com o uso, embora a perda fosse maior para as limas de aço inoxidável.

Com vistas a averiguar a possível influência da esterilização e de múltiplos usos sobre a superfície de corte de limas Flexofile, Medeiros, Lima e Bombana (2002) utilizaram dentes incisivos inferiores e raízes mesio-



vestibulares de molares superiores. Para tanto, valeram-se de 36 limas Flexofile (#15-40), as quais foram submetidas à limpeza com detergente. Posteriormente, procedeu-se à secagem e, após isso, foram avaliadas em microscopia eletrônica de varredura, e as imagens foram captadas em CD. Em continuidade, as limas foram divididas em dois grupos. O primeiro era constituído por 12 limas não usadas, seis esterilizadas em estufa e seis esterilizadas em auto-clave; o segundo grupo era composto por 12 limas utilizadas para o preparo do canal radicular na raiz méso-vestibular de molares superiores, sendo seis esterilizadas em estufa e seis em auto-clave, e ainda 12 limas utilizadas para o preparo do canal radicular em dentes incisivos inferiores, seis esterilizadas em estufa e seis em auto-clave. Todos os instrumentos utilizados no preparo do canal radicular em primeiro uso foram repetidos em segundo, terceiro e quarto usos, em ambas as amostras. Concluem os autores que os instrumentos usados na preparação do canal radicular, especialmente nas raízes curvas, sofreram maiores desgastes com relação aos canais retos, principalmente as limas de menor diâmetro, a exemplo da lima de número 15. Relativamente às duas esterilizações, não se observaram danos na parte ativa dos instrumentos, não havendo diferença no que diz respeito ao desgaste da parte ativa em ambos os métodos.

O'Hoy, Messer e Palamara (2003) analisaram o efeito da repetição dos procedimentos de limpeza sobre as propriedades da fratura e corrosão de limas de níquel-titânio (NiTi). Instrumentos novos de NiTi foram submetidos a dois, cinco e dez ciclos de limpeza, com o uso tanto de alvejante diluído (NaOCl a 1%) como de solução de Milton (NaOCl a 1% mais 19% de NaCl) como desinfetante. Cada ciclo de limpeza consistia de uma escovação,

enxágüe e imersão em NaOCl durante dez minutos, seguida de ultra-som por cinco minutos. As limas foram, então, testadas por quebra de torção e fadiga, por encurvamento, e a evidencia de corrosão observada com o uso de microscopia eletrônica de varredura. Quatro marcas de instrumentos NiTi foram imersas em solução de Milton ou alvejante diluído durante a noite e avaliadas pela corrosão. Até dez ciclos de limpeza, não ocorreu redução significativa de fratura ao torque ou números de revoluções da fadiga por encurvamento, embora decréscimos de valores fossem notados com o aumento do número de ciclos de limpeza com solução de Milton. Nenhuma corrosão foi detectada sobre a superfície desses instrumentos. Limas imersas em 1% de NaOCl exibiram, do dia para noite, uma variedade de padrões de corrosão. A extensão da corrosão foi variável entre as diferentes marcas de limas e entre limas de cada marca. Também se verificou que a solução de Milton foi muito mais corrosiva do que o alvejante diluído. Corrosão de limas manuais freqüentemente foi extrema. Concluiu-se que as limas poderiam se limpas até dez vezes sem afetar susceptibilidade à fratura ou à corrosão, embora não devessem ser imersas em hipoclorito de sódio do dia para noite. Solução de Milton é muito mais corrosiva do que alvejante com a mesma concentração de NaOCl.

Troian et al. (2006) estudaram a deformação e a fratura dos instrumentos endodônticos Race e K3, de acordo com o seu número de uso. Dez instrumentos de cada grupo foram usados para preparar cem canais simulados, confeccionados com blocos de resina epóxica, com vinte ou quarenta graus de curvatura que se inicia 8 ou 12 mm acima do orifício do canal. Cada instrumento foi usado para preparar cinco canais simulados,

utilizando-se a técnica crown-down. Os instrumentos de número 25 e conicidade 0,04 foram levados à microscopia eletrônica de varredura, sem nenhum uso e após cada uso. Nas imagens obtidas após cada uso, foi observada a distorção das espirais (nenhuma distorção, distorção em apenas uma, ou distorção de mais de uma espiral), desgaste (nenhum desgaste, pequeno, moderado ou severo desgaste) e fratura (se ocorreu ou não). Não ocorreu fratura com os instrumentos K3, porém seis instrumentos Race fraturaram. Quanto à distorção das espiras e ao desgaste das superfícies, a Race apresentou maior número, diferença significativa estatisticamente com seu uso progressivo. Os instrumentos K3 permaneceram relativamente sem danos após o quinto uso. As fraturas dos instrumentos Race estão relacionadas com o grau de curvatura do canal. Há diferenças significantes entre os instrumentos K3 e Race número 25 e conicidade 04, em termos de deformação e fratura; os instrumentos K3 apresentam resultados mais favoráveis.

Ove, Jan e Michel (2007) investigaram o efeito da imersão da solução de hipoclorito de sódio na resistência à fadiga e torque em dois tipos de instrumentos de níquel titânio. Um total de duzentas limas Race e Profile, ambas de número 25 e taper 0.04, sem nenhum uso, nomeadas aleatoriamente e divididas em um grupo de controle e quatro grupos de cada marca, com vinte instrumentos cada, foram imersas na solução de 5,25% de hipoclorito de sódio por uma hora ou duas na temperatura de 21° e 60°, lavadas, secadas e levadas para o teste de fadiga. O torque e o ângulo de falha foram medidos de acordo com ISO 3630.1. A resistência à fadiga cíclica foi determinada por um contador de rotações para a quebra com um batedor com 90° de curvatura e 5

mm de raio. Concluíram os autores que ambas as marcas das limas de níquel-titânio têm redução de resistência à fadiga cíclica com NaOCl aquecido.

A essa altura, convém tecer considerações a respeito da fadiga dos instrumentos em função do número de uso.

Pessoa (2003) analisou resistência à fadiga cíclica dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio em razão do uso. O referido trabalho foi executado em canais simulados de resina, com curvatura de quarenta graus e raio de cinco milímetros. Foram utilizadas quarenta e oito limas rotatórias Race (FKG Dentaire) de conicidade 0,04, 25 mm de comprimento e diâmetro de ponta 25, formando-se quatro grupos de 12 limas: Grupo A, limas sem nenhum uso; limas do grupo B com um único uso; limas do grupo C com três usos; e limas do grupo D com cinco usos. Foi confeccionado um dispositivo experimental exclusivamente para submeter as limas a ensaio de fadiga cíclica, simulando-se uma instrumentação rotatória num canal curvo. Concluiu-se que os instrumentos do grupo A apresentaram maior resistência à fadiga cíclica, juntamente com o grupo B e C; as limas do grupo D (utilizadas cinco vezes) foram as que apresentaram maior fadiga cíclica. Comprovou-se que o número de uso dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio influencia na sua resistência à fadiga cíclica.

Por sua vez, Yao, Schwartz e Beeson (2006) compararam a resistência à fadiga cíclica de três tipos de limas de níquel-titânio do sistema rotatório em um modelo que usava movimento axial alternado. A influência do tamanho da lima, bem como o *taper*, foi também investigada, e padrões de fratura foram examinados com o auxílio da microscopia eletrônica de varredura. Dez grupos experimentais consistiam de limas Profile, K3, e Race, tamanho 25, com *tapers*

.04 e .06, assim como Profile e K3, tamanho 40 com *tapers* .04 e .06. Cada lima foi girada livremente a 300 rpm, dentro de um tubo de aço inoxidável com sessenta graus e cinco milímetros de raio de curvatura. Um contínuo movimento oscilatório axial de três milímetros foi aplicado em um ciclo por segundo, com o uso de um aparelho elétrico dental com carga de célula inferior a uma máquina *Instron*, usando-se um guia feito sob encomenda. Os instrumentos K3 25/.04 foram significativamente mais resistentes à fratura do que as limas Profile e Race. Também, na mesma categoria, as limas Profile ultrapassaram significativamente o tempo de duração com relação às limas Race. Nos grupos de *tapers* 25/.06, as limas K3 e Profiles foram significativamente mais resistentes a fraturas do que as limas Race, embora as limas K3 não fossem significativamente diferentes das limas Profile. Nos grupos de tamanho e *tapers* 40/.04 e 40/.06, as limas K3 foram significativamente mais resistentes à fadiga cíclica do que as limas Profile. Observações realizadas com a microscopia eletrônica de varredura (MEV) demonstraram, na maioria das vezes, um grau de flexibilidade à fratura. Os resultados sugerem que diferentes desenhos de diâmetros seccionais, diâmetros e *tapers*, todos contribuem para a vulnerabilidade das falhas cíclicas dos instrumentos de níquel-titânio.

É conveniente, neste momento, destacar pesquisas a respeito de avaliações durante a instrumentação em canais simulados e em dentes humanos, quando da utilização das limas de aço inoxidável, em comparação com as limas de níquel-titânio. Essa comparação envolve: controle de torque em canais curvos, desgaste das curvaturas internas e externas, ocorrência de desvio apical entre as duas técnicas, tempo de instrumentação, fratura do

instrumento, incidência de deformidades dos canais, tempo de preparação, mudanças no comprimento de trabalho, falhas do instrumento, eficácia na limpeza relativamente à capacidade da configuração final da cavidade endodôntica, morfologia das paredes dos canais e manutenção da curvatura original do canal radicular.

Szep et al. (2001) avaliaram *in vitro* a eficácia e o êxito de seis diferentes instrumentos de níquel-titânio usados em sistemas rotatórios com controle de torque, com limas manuais de níquel-titânio e limas manuais de aço inoxidável em preparação de canais curvos. Para tanto, escolheram oitenta canais radiculares simulados com 36 graus de curvatura, os quais foram preparados. Imagens antes e depois foram sobrepostas, e as áreas de instrumentação observadas. Tempo de instrumentação, fratura do instrumento, mudança no comprimento de trabalho e perda de peso foram também registrados. Os resultados mostraram que instrumentos manuais de aço inoxidável causam significativamente menos transporte em direção à parede interna do canal radicular do que o instrumento manual de níquel-titânio. Em nenhum instrumento manual ocorreu fratura, porém foram registrados 60% dos instrumentos quebrados durante a instrumentação com o sistema rotatório. O comprimento de trabalho foi mantido por todos os tipos de instrumentos. Os novos instrumentos de níquel-titânio desenvolvidos para sistemas rotatórios não foram capazes de prevenir desgaste das curvaturas severas dos canais, quando controle de torque foi usado.

Schäfer e Florek (2003) compararam a eficiência das limas de níquel-titânio K3 do sistema rotatório com limas Flexofile fabricadas em aço inoxidável, usadas manualmente, com relação à configuração desses dois

instrumentos em canais simulados curvos. Para tanto, foram confeccionados canais curvos simulados, em blocos de resina, com graus de curvatura em torno de 28° e 35°, preparados com instrumentos K3 em velocidade de 250 rpm, com a técnica de preparo crown-down. Para os instrumentos do grupo das limas de uso manual K-Flexofiles, foi utilizado o movimento de limagem em canais simulados, sendo utilizada uma amostra igual em cada grupo. Todos os canais foram preparados até o limite apical, com limas de tamanhos 35. Foram registradas imagens por meio de um programa de computador, antes e depois da instrumentação, a fim de se analisar a forma do canal radicular. O material removido estava situado a uma medida de vinte pontos, terminando a um milímetro aquém do ápice. Foram ainda registrados: incidências de deformidades dos canais, tempo de preparação, mudanças no comprimento de trabalho e falhas do instrumento. Ao comparar os resultados das limas de uso manual de aço inoxidável K-Flexofiles com os dos instrumentos K3 rotatórios de níquel-titânio, chegou-se à conclusão de que melhor geometria dos canais radiculares foi obtida pelas limas de níquel-titânio, sendo ainda significativamente menor a quantidade de transporte do canal que esses instrumentos proporcionam. Além disso, 11 instrumentos K3, contra nenhum dos instrumentos K-Flexofile, sofreram fraturas durante a preparação. Entre os dois tipos de canais radiculares, o instrumento K3 foi significativamente mais rápido do que as limas K-Flexofiles. Concluíram os autores que o instrumento K3 de níquel-titânio realiza o preparo do canal radicular mais rapidamente e com mínimo de transporte da parede curva do canal do que as limas de K-Flexofiles de aço inoxidável. Por outro lado, elas fraturam com mais frequência do que as limas K-Flexofiles, com diferença estatisticamente significativa.

Schäfer e Schlingemann (2003) determinaram a eficácia na limpeza em relação à capacidade da configuração final da cavidade endodôntica resultante do uso de instrumentos rotatórios de níquel-titânio K3 e de instrumentos de aço inoxidável K-Flexofiles, durante a preparação de canais radiculares curvos, pertencentes a dentes humanos extraídos. Para tanto, sessenta canais radiculares de dentes superiores e inferiores, com curvaturas que variavam entre 25 graus e 35 graus, foram divididos em dois grupos de trinta canais cada. Com base nas radiografias realizadas antes da instrumentação com o instrumento inicial introduzido no canal, os grupos foram avaliados com respeito ao ângulo e ao raio de curvatura do canal. Os canais radiculares foram preparados com instrumentos K3, usando-se a técnica crown-down, ou por limas K-Flexofiles, valendo-se de movimento de alargamento até o tamanho 35. Após cada instrumento, os canais radiculares foram lavados com cinco mililitros de solução de hipoclorito de sódio a 2.5% e, no fim da instrumentação, com cinco mililitros de solução salina. A partir das radiografias de antes e depois da instrumentação, determinou-se o desgaste das curvaturas do canal, através de análise das imagens obtidas em programa de computador. Após secção longitudinal das raízes, foram avaliadas a quantidade de debris e a camada residual de magma, com base em uma escala numérica de avaliação, usando-se um microscópio eletrônico de varredura. Não ocorreu fratura em nenhum dos instrumentos de aço inoxidável (K-Flexofiles), porém cinco instrumentos de níquel-titânio K3 fraturaram. Canais radiculares completamente limpos não foram observados. Para a remoção dos debris, as limas K-Flexofiles obtiveram significativamente melhores resultados do que os instrumentos K3. Os resultados da permanência de *smear layer* foram similares. Os instrumentos K3



mantiveram a curvatura original do canal significativamente melhor do que K-Flexofiles. Nenhuma diferença significativa foi detectada entre os instrumentos em relação ao tempo de preparo dos canais. A partir das condições desse estudo, as limas K-Flexofiles permitiram significativamente melhor remoção de debris do que instrumentos K3. Por sua vez, as limas K3 mantiveram a curvatura original significativamente melhor.

Prati et al. (2004) pesquisaram, *in vitro*, por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), a morfologia das paredes dos canais radiculares, quando da utilização de três diferentes técnicas de instrumentação rotatória, com limas de níquel-titânio e limas de aço inoxidável, valendo-se de técnica manual convencional, em dentes humanos extraídos. Quatro diferentes instrumentos foram usados: K3, Hero 642, Race e K-File. Cada amostra foi irrigada com cinco mililitros de solução de hipoclorito de sódio a 3%, água oxigenada e EDTA, Rc-Prep (um mililitro). Cada amostra foi preparada para observação no microscópio, e foram analisados o terço coronário, o médio e o apical, comparando-se seu aspecto com uma escala pré-definida de quatro diferentes parâmetros: presença de *smear layer*, de debris pulpare e o contorno da superfície. O terço apical mostrou significativamente mais debris pulpare e *smear layer* e um alto número de contornos superficiais irregulares em todos os grupos. Nenhuma diferença significativa foi encontrada nos terços coronário, médio e apical entre as técnicas manual e rotatória, considerando *smear layer* e contorno superficial. Mas em relação aos debris pulpare, eles foram encontrados em maior quantidade nos terços apical, quando da utilização das limas K3 e Race, em comparação com as limas Hero 642 e K-File. As técnicas de instrumentação rotatória com instrumentos de níquel-titânio

produziram resultados semelhantes, quando comparados com a técnica de instrumentação manual usando K-Files.

Guelzow et al. (2005) compararam, *in vitro*, vários parâmetros de preparação do canal radicular, usando uma técnica manual com seis diferentes instrumentos rotatórios de níquel-titânio (FlexMaster, Sistema GT, HERO 642, K3, Protaper, e Race). Cento e quarenta e sete molares inferiores humanos extraídos foram divididos em sete grupos ( $n=21$ ), com igual média de curvaturas das raízes mesio-vestibulares, até  $70^\circ$ , e implantados em um sistema de mufflo. Todos os canais radiculares foram preparados até o instrumento de tamanho 30. Usou-se a técnica de preparo crown-down, quando da utilização dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio; para os instrumentos de uso manual, a técnica de preparo foi a estandardizada, usando-se alargadores e limas Hedström. Modificações no comprimento da raiz, ou de trabalho e desgaste, foram determinadas com o auxílio de radiografias padronizadas e do computador, pela diferença da medida para cada sistema de instrumento. Secções transversais, após a instrumentação, foram avaliadas através de investigação de microscópio de luz e documentação fotográfica. Erros de procedimentos, tempo de trabalho e tempo de instrumentação foram registrados. Os dados foram analisados estatisticamente. Os resultados obtidos permitiram observar que nenhuma diferença significativa foi detectada entre os instrumentos rotatórios, no que diz respeito às alterações do comprimento de trabalho. Todos os instrumentos do sistema rotatório de níquel-titânio mantiveram satisfatoriamente a curvatura original, com menor média de desgaste variando de  $0,45^\circ$  (Sistema GT) para  $1,17^\circ$  (Protaper). As limas Protaper tinham baixo número de pós-operatório irregular nos diâmetros dos

canais radiculares; os resultados foram comparáveis entre os outros sistemas. Fraturas de instrumentos ocorreram com Protaper em três canais radiculares, enquanto o preparo com o Sistema GT, HERO 642, K3 e técnica manual resultou em uma fratura cada. Os instrumentos de níquel-titânio prepararam canais mais rapidamente do que a técnica manual. O menor tempo de instrumentação foi encontrado no Sistema GT (11.7 s). Os autores concluíram que, a partir da metodologia empregada, todos os sistemas de níquel-titânio mantiveram a curvatura do canal, estiveram associados com poucos instrumentos fraturados, sendo mais rápidos do que a técnica manual estandardizada. Os instrumentos Protaper criaram mais canais com diâmetros regulares.

Patino et al. (2005) aventaram a possibilidade de, nessa investigação, estudar o percentual de fratura de limas do sistema rotatório de níquel-titânio, utilizando previamente no terço apical, o preparo manual com as limas de aço inoxidável, e comparar com um prévio estudo, cuja instrumentação foi executada somente por meio de limas do sistema rotatório. Foi utilizado um total de 208 canais radiculares de dentes molares humanos extraídos, superiores e inferiores, os quais foram divididos em três grupos de instrumentos: K3, Profile e Protaper. Em todos os três grupos, a porção apical das amostras foi preparada com limas manuais, tipo K, tamanho 10-20, de aço inoxidável, e posteriormente, o preparo apical foi realizado com limas do sistema rotatório K3, Profile e Protaper. Regressão logística e análises de modelos indicam que fraturas estiveram significativamente associadas com o ângulo de curvatura do canal e com o número de usos dos instrumentos, ou seja: limas usadas mais do que oito vezes fraturam com frequência maior do

que aquelas usadas uma ou duas vezes. O percentual de fratura obtido no presente estudo é significativamente mais baixo do que no prévio estudo, dos mesmos autores, nos quais o ângulo de curvatura foi também maior do que trinta graus, a uma velocidade rotacional constante, isto é, 350 rpm. Porém, naqueles canais que, inicialmente, não foram preparados com limas de uso manual, recomenda-se, com base nos resultados obtidos nesse estudo, o uso de limas manuais confeccionadas em aço inoxidável, para o preparo do terço apical em canais curvos, antes da introdução das limas do sistema rotatório.

Nakamura, Lemos e Calil (2005) fizeram uma análise morfométrica do preparo de canais curvos de molares humanos, utilizando quarenta canais, com o emprego de instrumentos rotatórios com secção transversal em S, ou limas manuais inoxidáveis. Com auxílio de um posicionador e de material para contraste radiográfico, injetado no canal com auxílio de uma agulha de anestesia, foram tomadas radiografias antes e depois do preparo químico e mecânico. Utilizando-se um software de análise digital de imagens, essas radiografias foram estudadas por meio da superposição das imagens, comparando-se as áreas finas dos canais, o desgaste das curvaturas internas e externas, e a ocorrência de desvio apical entre as duas técnicas. Quanto às áreas finas e desgastes das curvaturas, não houve diferença significativa entre as duas técnicas. A incidência de desvio apical foi maior na técnica manual do que na técnica rotatória, ou seja, ambas as técnicas comportaram-se de modo semelhante quanto às áreas finas e aos desgastes das curvaturas. Já qualitativamente, a técnica de preparo automatizado mostrou-se superior à técnica manual.

Do mesmo modo, convém enfatizar as pesquisas a respeito de avaliações comparativas durante a instrumentação, em canais simulados e em dentes humanos, quando da utilização de limas de níquel-titânio.

Martín et al. (2003) pesquisaram os efeitos da velocidade rotacional, do ângulo e do raio de curvatura dos canais radiculares frente à fratura de dois tipos de instrumentos rotatórios de níquel-titânio, a saber, K3 e Protaper. Duzentos e quarenta canais radiculares de molares superiores e inferiores humanos extraídos foram divididos em dois grupos de 120 cada, segundo o ângulo e o grau de curvatura do canal radicular (grupo A:  $<30^\circ$ , grupo B:  $>30^\circ$ ). Cada grupo foi, então, dividido em dois subgrupos de sessenta canais, a fim de se executar a instrumentação com instrumentos rotatórios K3 e Protaper em três diferentes velocidades rotacionais: 150 rpm, 250 rpm e 350 rpm. Cada velocidade rotacional supracitada foi aplicada em vinte canais radiculares. Cada instrumento foi usado no máximo vinte vezes, em apenas uma velocidade rotacional. O ângulo e o raio de curvatura do canal foram medidos em um único grupo, no qual realmente ocorreram fraturas (grupo B). Os resultados encontrados nessa investigação apontam um total de 22 instrumentos fraturados; e, em todos eles, tais fraturas ocorreram em canais com curvaturas maiores que  $30^\circ$ . Foi demonstrado, também, que as limas usadas a uma velocidade rotacional de 350 rpm estavam mais propensas à fratura do que aquelas usadas em velocidades de 250 rpm e a 150 rpm. Uma diminuição do ângulo de curvatura do canal também reduziu significativamente prováveis fraturas. Não ocorreram diferenças significantes entre as limas utilizadas nos canais radiculares. Os autores concluíram que a ocorrência de fraturas nos instrumentos está associada com a velocidade rotacional e o

ângulo de curvatura do canal.

Bergmans et al. (2003) propuseram-se a estudar a influência da técnica de preparo progressivo do canal *versus* o preparo seriado do canal com limas de níquel-titânio, por meio de técnica rotatória. Um scanner XMCT e um software foram usados para análise das raízes mesiais de canais de dez molares inferiores extraídos em 3D, com resolução espacial de 12,5 µm. As amostras foram escaneadas antes e depois do preparo, usando-se a lima Protaper (conicidade progressiva), ou a lima K3 (conicidade constante). Valores numéricos por volume, curvatura, remoção da dentina e relação cêntrica foram obtidos em adição à inspeção visual de alterações na configuração do canal radicular. Os resultados da relação cêntrica variaram de 0.01 a 0.24 (Protaper) e de 0.01 a 0.17 (K3), enquanto diferenças no padrão de desbaste foram observadas. O deslocamento do centro do canal em direção à furca, no terço coronário, foi mais pronunciado para o grupo das limas Protaper, ao passo que o deslocamento do centro do canal, em direção ao lado externo da curvatura mais apical, foi somente observado para o grupo K3. Nenhuma alteração severa na configuração do canal foi encontrada. Os autores concluíram que o preparo progressivo, valendo-se do modelo cônico com instrumento Protaper, foi menos influenciado pelo padrão de curvatura do canal do que o preparo não progressivo do instrumento K3. Em consequência disso, providenciou-se uma preparação mais centrada da região apical. Todavia, os instrumentos Protaper tendem a transportar em direção à furca, na região coronária.

Ankrum, Hartwell e Truitt (2004) investigaram a incidência de fratura e distorção de limas do sistema Protaper, K3 Endo e Profile, quando utilizadas durante a instrumentação de canais radiculares com curvatura radicular

acentuada, pertencentes a dentes molares extraídos. Para tanto, foram selecionados 45 raízes de molares superiores e inferiores com curvaturas entre quarenta e 75 graus. As amostras do grupo 1 foram instrumentadas com o sistema Profile, enquanto os canais radiculares do grupo 2 foram instrumentados com o sistema Protaper, e as raízes do grupo 3 foram instrumentadas com as limas do sistema K3 Endo. Os referidos sistemas foram usados segundo as instruções dos fabricantes. Os percentuais de limas com distorção foram de 15,3% para as limas do grupo do sistema Profile, 2,4% para o grupo da Protaper, e 8,3% para as limas do grupo do sistema K3 Endo. Ocorreu uma diferença estatisticamente significativa entre as limas dos sistemas Profile e Protaper ( $p=0.0079$ ). A porcentagem de limas fraturadas foi de 1,7% para as limas do grupo do sistema Profile, 6,0% para as limas do grupo do sistema Protaper e 2,1% para as limas do grupo K3 Endo. Não ocorreu diferença estatisticamente significativa entre os três grupos. Os resultados desse estudo não mostraram, para esses três sistemas rotatórios, nenhuma diferença significativa com relação à fratura. Houve significativamente mais distorções das limas Profile, quando comparadas com as limas do sistema Protaper. No que diz respeito à distorção, não ocorreu diferença significativa entre as limas do sistema Protaper e K3 Endo e a Profile e K3 Endo.

Ayar e Love (2004) confrontaram a configuração final da cavidade endodôntica resultante da utilização de limas de níquel-titânio do sistema rotatório Profile e K3, variando a seqüência da ponta do instrumento, em canais simulados curvos, com diferentes raios de curvaturas. Instrumentos Profile e K3 taper .06 foram usados para preparar canais simulados de vinte graus de

curvatura e cinco milímetros de raio, e trinta graus de curvatura e três milímetros de raio em blocos de resina. Todos os canais foram preparados até a região apical com o tamanho 40 a 0.5 mm do término do canal, usando-se técnica crown-down. Nas etapas pré e pós-instrumentação, imagens digitais foram registradas, e uma avaliação da morfologia do canal foi determinada, usando-se, para as análises, um programa de imagens por computador. Nos canais com vinte graus e trinta graus de curvatura, ambos os instrumentos removeram significativamente mais material da parede externa do que da parede interna da metade do terço apical do canal. Para o sistema Profile, não ocorreu diferença significativa da quantidade de material removido da parede externa do canal, entre vinte graus e trinta graus. Todavia, nos grupos K3, foi removido material na parede externa do canal significativamente mais na região apical em canais com vinte graus de curvatura. Quando comparados os dois instrumentos, os resultados mostraram que, em canais com vinte graus de curvatura, os instrumentos K3 removeram mais na parte externa e interna da parede do canal do que instrumentos Profile. Entretanto, não houve diferença significativa entre os instrumentos em canais com curvaturas de trinta graus. Dentro da limitação deste estudo, tais instrumentos rotatórios de níquel-titânio prepararam morfologicamente bem o sistema de canais radiculares, com um mínimo de transporte do canal radicular.

Gonzalez-Rodriguez e Ferrer-Luque (2004) analisaram as variações em área morfológica de cortes transversais de canais curvos, após instrumentação com Profile, Hero 642 e K3, analisando-as através de imagens digitais. Trinta canais de raízes mesiais de molares inferiores curvos foram usados (vinte e cinco a quarenta graus). Os referidos dentes foram incluídos em resina, sendo



as raízes seccionadas transversalmente em três níveis: apical, médio, e coronário. Os canais foram distribuídos ao acaso em três grupos de instrumentação com Profile .04 e .06, Hero 642 e K3. As seções, antes e depois da instrumentação, foram digitalizadas, correspondendo às áreas dos canais, as quais foram medidas com software para processamento de imagens. As limas do sistema rotatório Hero eliminaram significativamente mais dentina do que a lima K3 e Profile em todas três seções, e nenhuma diferença foi observada entre os dois últimos sistemas. Todos os três sistemas produziram canais morfológicamente redondos nos terços coronário, médio e apical. Os autores concluíram que os instrumentos rotatórios Hero produziram mais alterações em áreas de seções transversais do canal radicular.

Utilizando dentes extraídos, Schäfer e Vlassis (2004) objetivaram determinar a limpeza efetiva e a capacidade da instrumentação com limas de níquel-titânio Protaper e Race, durante a preparação de canais curvos. Foram utilizados 48 canais de raízes de molares da maxila e mandíbula, com curvatura entre 25 a 35 graus, eles foram divididos entre dois grupos, cada um com 24 canais. Com base em radiografia tirada antes da instrumentação, com o instrumento inicial introduzido no canal, realizou-se uma escolha balanceada em cada grupo, em relação ao ângulo e ao raio de curvatura do canal. Após o uso de cada instrumento, o canal era inundado com 2,5% de solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) e, ao final da instrumentação, era inundado com cloreto de sódio (NaCl). Antes e depois do preparo, foram tomadas radiografias da curvatura do canal, que foram analisadas através de um programa de imagens do computador. As raízes foram separadas longitudinalmente. A quantidade de detritos e *smear layer* foi mensurada com base em escala

evolutiva numérica, utilizando-se ainda o escaneamento por microscopia eletrônica. Os dados foram registrados separadamente e analisados estatisticamente pelo teste Wilcoxon. Durante o experimento, foram fraturados dois instrumentos Protaper e três Race. A completa limpeza das raízes do canal não foi observada em momento algum. Em relação à remoção de detritos, a Race apresentou resultados mais satisfatórios. Quanto à remoção da camada de *smear layer*, não houve diferença significativa, pois a similaridade predominou entre os dois tipos de instrumentos, embora a Race mantivesse, com mais precisão, a curvatura original do canal. Em relação ao tempo de preparo do canal, não existiram diferenças significantes. Concluiu-se que as limas Race realizaram uma melhor limpeza e foram capazes de manter a curvatura original do canal com maior eficiência que a Protaper.

Chow *et al.* (2005) propuseram-se a comparar a inclinação dos ângulos das limas do sistema Profile e K3. Vinte e cinco limas 40/06 *taper* foram obtidas de cada sistema. Cinco limas de um mesmo fabricante foram colocadas perpendicularmente no interior de um frasco de resina Epóxi, sendo deixadas e fixadas por 24 horas. Após essa instalação, as limas foram removidas dos frascos, sendo cada uma delas seccionada a cinco milímetros da extremidade e polidas. Uma micrografia foi feita de cada lima, com cem vezes de aumento. Cinco limas Profile e cinco limas K3 foram processadas da mesma maneira. Imagens foram capturadas e digitalizadas, e os ângulos de inclinação de cada lima foram medidos. Muitos achados multivariados foram encontrados, além de uma diferença significativa entre três ângulos negativos de inclinação do sistema Profile, quando comparados com os das limas do sistema K3.

Yoshimine, Ono e Akamine (2005) estudaram o efeito de corte de três

instrumentos rotatórios de níquel-titânio em canais simulados, feitos em blocos de resina com matriz em S. Trinta canais simulados foram preparados, usando-se a técnica crown-down com três sistemas rotatórios: Protaper (Dentsply-Maillefer), K3 (SybronEndo, Orange, CA) , e Race ( FKG, La Chaux - de - Fonds, Switzerland). Foram instrumentados dez canais para cada tipo de lima, no comprimento de trabalho de 15,5mm (igual a 0,5 mm do ápice), a uma velocidade de 250 rpm e um controle de torque de nível três, usando-se uma peça de mão de redução 8:1, equipada com um motor elétrico (TCM Endo; Nouvag, Goldach, Switzerland). O final da preparação apical foi com a lima #30. Irrigação copiosa com água foi feita após o uso de cada lima. Cada instrumento foi usado cinco vezes antes de serem substituídos, não ocorrendo fratura de nenhum deles nesse estudo. Antes e após a instrumentação, imagens foram gravadas em um microscópio conectado a uma câmara CCD (Cool-SNAP; Nippon Roper, Tokyo, Japan). Utilizaram-se dois níveis de medição: terço coronário da raiz e terço apical. A largura do canal foi avaliada medindo-se a distância do centro do canal original às margens internas e externas dos canais curvos preparados. Além disso, a resina eliminada até os 5 mm do terço apical de cada canal foi calculada em duas dimensões e analisadas com um software de imagens (MacSCOPE; Mitani, Tokyo, Japan), para avaliar os efeitos da preparação de cada sistema. Chegaram aos seguintes resultados: o grupo em que foi utilizado o sistema Protaper promoveu um alargamento significativamente maior dos canais, em relação aos outros dois grupos, especialmente do lado interno das curvaturas, tendendo a torná-los retos; o grupo Race mostrou menor quantidade de material removido no terço apical dos canais; o grupo Protaper mostrou formação de zip no ápice,

em todos os canais preparados; os grupos K3 e Race apresentaram transporte apical em relação ao canal original.

Interliche (2005) utilizou vinte e quatro incisivos inferiores com canais radiculares únicos e retos, divididos em três grupos: no G1, preparados com o sistema Hero 642, com os instrumentos 30/ 06, 25/ 06, 20/ 06, 25/ 06, 30/ 06; no G2, a mesma ordem do G1, complementada pela Hero Apical, 30/ 06; e, no G3, com a mesma seqüência do G1, complementada com a lima Hero Apical 30/ 06 e 30/ 08 e, novamente, com movimentos pendulares, a Hero Apical 30/ 06. A substância irrigadora utilizada para todos os três grupos foi a água destilada. Após o preparo mecânico, os ápices dos dentes foram submetidos ao processamento histológico, as imagens capturadas pelo Software Adobe Premier 5.1. foram analisadas com um aumento de quarenta vezes, e eles foram submetidos à análise morfométrica por meio de uma grade de integração. O perímetro de ação dos instrumentos nas paredes do canal radicular foi determinado com o auxílio do Software Scion Image. resultados obtidos, observaram que nenhuma técnica utilizada foi capaz de promover uma total remoção de debris e de restos pulpares dos canais radiculares. No G3, houve maior atuação nas paredes dos canais radiculares e maior remoção de debris. Existe uma relação direta entre o contato dos instrumentos com as paredes dos canais radiculares e a remoção de debris. Em relação à capacidade de limpeza, ela foi maior no G3, seguido do G2 e do G1.

Schäfer, Erler e Dammaschke (2006a) cotejaram a efetividade na limpeza e a configuração final da cavidade endodôntica resultante da utilização de limas de níquel-titânio Mtwo, K3, e Race, usadas mecanicamente durante a preparação de canais radiculares curvos de dentes humanos extraídos.

Para tal, valeram-se de sessenta canais radiculares de dentes molares superiores e inferiores, com curvaturas que variavam entre 25° e 35°, divididos em três grupos de vinte canais cada. A seguir, foi realizada uma radiografia inicial do dente antes da instrumentação, e, para tanto, o instrumento foi inserido no canal de cada grupo, e o ângulo da curvatura do canal foi determinado com base no raio de curvatura. O preparo dos canais radiculares foi realizado por meio de sistema rotatório, em controle de baixo-torque. Usando-se a análise radiográfica antes e depois da instrumentação, o desgaste das porções curvas do canal radicular foi definido, com auxílio de um programa de computador, cuja imagem foi analisada. A quantidade de debris e de camada residual de magma dentinário foi avaliada por meio de uma escala numérica. Os resultados revelam que, durante o preparo do canal radicular, nenhum instrumento, em ambos os grupos, sofreu fratura. Uma vez terminada a fase de limpeza dos canais radiculares, eles foram novamente observados. Quanto à remoção dos *debris*, os instrumentos Mtwo mostraram significativamente melhores resultados do que os instrumentos K3 e Race. Todavia os resultados da permanência da camada residual de magma foram semelhantes e sem significado estatístico. Por outro lado, os instrumentos Mtwo mantiveram a curvatura original do canal radicular significativamente melhor do que os outros instrumentos. Do mesmo modo, os instrumentos Mtwo foram significativamente mais rápidos quanto à preparação do canal radicular, quando comparados com os instrumentos K3 ou os instrumentos Race. Concluiu-se, a partir da metodologia empregada nesse estudo, que os instrumentos Mtwo determinaram melhor limpeza, mantendo significativamente melhor a curvatura original dos canais radiculares preparados do que os

instrumentos K3 ou Race.

Jodway e Hülsmann (2006) avaliaram e compararam diversos parâmetros na preparação de canais radiculares curvos, usando dois diferentes sistemas rotatórios níquel-titânio, a saber: NiTi-TEE (Sjöding Sendoline, Kista, Sweden) e K3 (SybronEndo, Orange County, CA, USA). Cinqüenta dentes molares inferiores, extraídos com raiz mesial curva, com variação entre 20° a 40°, foram divididos em dois grupos, sendo o primeiro constituído de canais radiculares que foram instrumentados com limas NiTi-TEE, com preparo apical de tamanho 30; 0.04 *taper*. No outro grupo, cinqüenta canais radiculares foram preparados com instrumentos K3, com preparo apical de tamanho 45;.02 *taper*. Para ambos os sistemas, foi utilizada a técnica de preparo crown-down, com copiosa irrigação com NaOCl a 3% e irrigação com um agente quelante (Calcinase Slide, lege artis, Dettenhausen, Germany), empregando-se motor com controle de torque. Para a determinação da morfologia do canal radicular, foram realizados exames radiográficos antes e depois da instrumentação, foram tomadas fotografias de cortes seccionais dos canais, e foram documentadas as mudanças na curvatura do canal, bem como o diâmetro do canal radicular. A capacidade de limpeza foi avaliada nas amostras investigadas nos terços apical, médio e coronário das paredes dos canais radiculares, com o uso de microscópio eletrônico de varredura, a partir de cinco índices de escores para debris e smear layer. Erros de procedimento, a exemplo de fratura de instrumentos, perfurações, bloqueio apical, perda do comprimento de trabalho e tempo de trabalho foram registrados. Os resultados permitiram verificar que as limas de níquel-titânio mantêm favoravelmente a curvatura. A média do grau de desgaste foi 0,2° para a NiTi-TEE e 0,44° para K3, sem nenhum significado

de relevância estatística entre os grupos. Os cortes transversais pós-instrumentação dos canais radiculares revelaram um contorno satisfatório (redondo ou oval) em 50.6% dos casos, para o grupo das limas NiTi-TEE, e em 65.3% dos casos, para o grupo K3. A diferença não foi significativa. A análise no microscópio eletrônico de varredura das paredes dos canais mostrou boa uniformidade na remoção de debris para ambos os sistemas: paredes dos canais preparados com limas NiTi-TEE, em 74.7% dos casos, obtiveram escores I e II; K3 atingiu aqueles escores em 78.7% dos casos. Para smear layer, NiTi-TEE e K3 apenas receberam bons escores (I e II) em 38.7% e 40% das amostras das paredes dos canais, respectivamente. Para ambos os parâmetros, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os grupos. Não ocorreram fraturas das limas utilizadas, porém perda do comprimento de trabalho foi observada em um caso, em seguida à preparação com NiTi-TEE e em três situações durante a instrumentação com a lima K3. A média do tempo de trabalho foi significativamente menor para NiTi-TEE (170s) do que para a K3 (208s). Ambos os sistemas mantêm satisfatoriamente a curvatura original do canal e foram de uso seguro. Enquanto os debris dos canais radiculares foram considerados satisfatórios, ambos os sistemas falharam na remoção suficiente do *smear layer*.

Schäfer, Erler e Dammaschke (2006b) analisaram comparativamente a conformação morfológica da cavidade endodôntica resultante do uso de instrumentos confeccionados em liga de níquel-titânio Mtwo com K3 e Race, em relação à eficácia desses instrumentos em canais curvos simulados, com 28 e 35 graus de curvatura. O preparo dos canais foi realizado em blocos de resina, com os instrumentos Mtwo e a técnica seriada de comprimento único e

com K3 e Race, além da técnica de preparo crown-down, com 20 canais de cada caso. As imagens feitas antes e depois da instrumentação foram registradas, e uma avaliação da forma do canal foi completada através de imagens de um programa de computador. A remoção de material foi realizada a 20 pontos de medida, começando a 1 milímetro do final da preparação. Incidências de alterações no canal radicular, tempo de preparação, mudanças no comprimento de trabalho endodôntico, falhas e fraturas dos instrumentos foram também registrados. Os resultados obtidos permitiram afirmar que, na média, os canais preparados com instrumentos Mtwo permaneceram melhor centrados, quando comparados com aqueles alargados com K3 ou Race. Seis instrumentos Race, quatro limas K3 e nenhum dos instrumentos Mtwo fraturaram durante a preparação. Em ambos os tipos de canais radiculares avaliados, o instrumento Mtwo foi significativamente mais rápido. Foi possível avaliar, em todos os tipos de instrumentos, o controle do comprimento de trabalho. Concluíram os autores que os instrumentos Mtwo prepararam mais rapidamente canais curvos, respeitando a curvatura original do canal, e são de uso confiável.

Kum, Kazemi e Cha By (2006), valendo-se da microscopia eletrônica de varredura, avaliaram comparativamente a qualidade e a quantidade de *smear layer* originadas por duas marcas de instrumentos rotatórios de níquel-titânio, a K3 e o sistema Profile, durante o preparo do canal nos terços apical de canais radiculares curvos. Quarenta canais radiculares de raízes mesiais de molares inferiores, com ápice intacto e curvatura média entre trinta e 35 graus, foram selecionados para esse estudo. Os canais radiculares foram divididos aleatoriamente em dois grupos, para instrumentação com 15 limas cada. A



instrumentação automatizada foi executada com limas Profile (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland; n = 15) e K3 (SybronEndo, Orange, Calif; n = 15), utilizando-se a técnica de instrumentação crown-down. Com o grupo de controle, usou-se instrumento farpado (Mani; Matsutani Seisakusho, Takanezawa-Machi Tochibi-Ken, Japão; n = 10) para extirpar o tecido necrótico da polpa dos canais radiculares. Todos os canais radiculares foram preparados até o instrumento # 35. Um lubrificante foi usado para a preparação da lima com solução de hipoclorito de sódio a 1%, como irrigante. Além disso, todas as raízes foram rachadas longitudinalmente, e as paredes do canal da raiz foram examinadas no terço apical de duas diferentes perspectivas, usando-se um microscópio eletrônico de varredura. Um sistema de escores de quatro categorias foi marcado, para determinar o acúmulo de *smear layer*, sendo o resultado analisado estatisticamente. Os resultados obtidos indicam que menos camada de magma foi obtida no terço apical do grupo das limas K3 dos canais radiculares curvos. Entretanto, todos os instrumentos deixaram resíduos de *smear layer*. A textura da superfície da camada residual de magma, além da profundidade e a freqüência de materiais no interior dos túbulos dentinários variaram com tipo do instrumento. Esses achados implicam que, comparando o instrumento Profile, a compressão da camada residual de magma é minimizada ao se usar o sistema rotatório de limas de níquel-titânio K3.

Miyai et al. (2006) pesquisaram a relação entre as propriedades funcionais e a fase de transformação de instrumentos endodônticos de níquel-titânio. Cinco tipos de instrumentos endodônticos do sistema rotatório, com uma ponta de 0.30 milímetros de diâmetro (EndoWave, HERO 642, K3, Profile.06, e Protaper), foram selecionados para investigar propriedades de

torção e curvatura e o comportamento das fases de transformação. Um teste de torção foi executado segundo a ISO publicação 3630-1, e foram medidos o torque máximo e a deflexão angular à fratura. Foi aplicada uma carga para encurvar os instrumentos, medida em um dispositivo próprio, ou seja, um teste com suporte flexor de curvatura a 37° C, com deflexão máxima de quatro milímetros. Um instrumento tipo K de aço inoxidável foi usado como referência. O comportamento da fase de transformação foi medida por diferencial calorimétrico de varredura (DSC). Da curva do DSC, as transformações de temperaturas foram calculadas. O valor de torque da torção máxima das limas HERO, K3 e Protaper foi significativamente mais alto do que aqueles do EndoWave, Profile e K-File. As limas tipo K tiveram valor de torque mais baixo. A deflexão angular à fratura foi significativamente mais alta para limas K-Files do que para qualquer instrumento de níquel-titânio. O valor da carga aplicada para encurvar os instrumentos da HERO e K3 foram significativamente mais alta do que aquele aplicado aos do EndoWave, Profile, Protaper e K-File. Os instrumentos tipo K tinham valor mais baixo de carga, embora deflexão residual permanecesse. O valor das temperaturas de transformação das limas HERO e K3 foram significativamente mais baixos do que aqueles do EndoWave, Profile e Protaper. As propriedades funcionais dos instrumentos endodônticos de níquel-titânio, especialmente os seus níveis de carga para flexibilidade à torção e à curvatura, foram rigorosamente relacionadas ao comportamento da transformação de suas ligas metálicas.

James et al. (2006) estudaram a resistência à fadiga cíclica de três tipos de instrumentos rotatórios de níquel-titânio, através de um modelo dinâmico. Para isso, ele utilizou dez grupos experimentais, que consistiam de cinquenta

limas para cada grupo. O primeiro grupo: limas Profile de diâmetro da ponta número 25 e conicidade .04; o segundo grupo: limas Profile de diâmetro de ponta número 40 e conicidade .40; o terceiro grupo: limas Profile de diâmetro da ponta número 25 e conicidade .06; o quarto grupo: limas Profile de diâmetro da ponta número 40 e conicidade .06; do quinto ao oitavo grupo, foram utilizadas: lima K3, na mesma seqüência dos grupos das limas Profile; o nono e o décimo grupo foram compostos das limas Race, na seguinte seqüência, respectivamente: diâmetro da ponta número 25 e conicidade .04, e diâmetro da ponta número 25 e conicidade .06. Todas as limas possuíam 25 mm de comprimento. O experimento foi feito em um tubo cilíndrico de 2mm de diâmetro, ângulo de 60° e raio de 5 mm de curvatura. A ponta de cada lima foi inserida no tubo em 18 mm. Através de um motor, ao qual foi anexada uma peça de mão elétrica, um movimento oscilatório axial contínuo de 3 mm foi aplicado a um ciclo por segundo. O número de rotações para a fratura das limas é determinado e analisado por testes estatísticos. A influência do diâmetro da ponta e da conicidade das limas foi investigada, e as partes fraturadas foram examinadas na microscopia eletrônica de varredura. Chegaram à conclusão de que as limas K3 25/.04 são significativamente mais resistentes à fadiga cíclica, quando comparadas aos outros grupos do estudo. Conseqüentemente, são mais resistentes à fratura do que a Profile e a Race. Nos grupos 25/.06, as limas K3 e Profile são significativamente mais resistentes à fratura que a lima Race, não havendo diferença estatística significativa entre os dois grupos (K3 e Profile). Nos grupos 40/.04 e 40/.06, as limas K3 são significativamente mais resistentes à fadiga cíclica. Os resultados da observação, na microscopia eletrônica de varredura, sugerem que o

desenho das secções transversais, diâmetros e *tapers* contribuem para a vulnerabilidade dos instrumentos de níquel-titânio em relação à fadiga cíclica.

John et al. (2006) investigaram o diâmetro da ponta e *tapers* #30, 0.04 das limas rotatórias de níquel-titânio. Foram usados quatro tipos de limas rotatórias: Profile, Profile GT, K3 e Endo Sequence. Cada um dos grupos era constituído de 15 limas, e foram medidos os seus diâmetros e *tapers* através de um microscópio (Modelo W122, Gaertner Scientific Corp. Skokie, IL), com precisão de 0,001 mm e mais ou menos 0,003 de tolerância. Essas medidas foram comparadas com as medidas-padrão da ANSI/ADA, especificação 101 e ISSO 3630-1. De 13 a 48% das limas estudadas tinham diâmetros (D0) de 0,30mm, porém a maioria dos instrumentos analisados revelou diâmetros (D0) maiores, com exceção da Profile GT e Endo Sequence, que apresentaram valores menores, quando comparados com os diâmetros-padrão. Quanto aos *tapers*, houve pequenas variações entre os grupos, porém não foram consideradas estatisticamente significantes.

Plotino et al. (2007) estudou a influência do trabalho com motor em relação à fadiga dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio. Foi avaliada, nesse trabalho, a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio da marca Mtwo, quanto ao uso com motor e sem motor, em raízes com canais ovais. Foram utilizadas, para esse estudo, raízes distais de molares, devidamente escolhidas, da mandíbula humana, e seus canais foram testados e comprovados como ovais. Foram utilizadas limas dos seguintes números: dez *taper* 0.04, 15 *taper* 0.05, vinte *taper* 0.06 e 25 *taper* 0.06. De cada número, dez limas fizeram parte do experimento com motor e dez limas dos mesmos números, sem o uso do motor, no total de oitenta instrumentos,

sendo que cada instrumento foi usado para instrumentar dez raízes com canais ovais. Após o uso, os oitenta instrumentos foram girados até ocorrer fratura, e o número de ciclos foi registrado. Os dados foram analisados por testes estatísticos. Não houve diferença estatística significativa em relação ao número de ciclos necessários para a fratura do instrumento entre os dois grupos, com instrumentação automatizada e com instrumentação sem o uso do motor elétrico, exceto para o instrumento 25, 0.06. A vida útil das limas foi reduzida em 1%, 0,5%, 8% e 19% em relação às limas de número: 10, 0.04, 15, 0.05, 20, 0.06 e 25, 0.06 respectivamente. Os autores chegaram à conclusão de que as limas rotatórias Mtwo, acionadas a motor, podem ser usadas seguramente por dez vezes em canais ovais.

Por outro lado, importa considerar, a essa altura, o uso de substratos para realização de experimentos com os instrumentos tanto de aço inoxidável como de níquel-titânio, sejam eles manuais ou de uso em aparelhos rotatórios.

Existem diferentes substratos utilizados para avaliar a capacidade e a eficiência de corte de instrumentos endodônticos, destacando-se, entre eles, o dente representado pela dentina humana, o osso bovino úmido e desidratado e as resinas acrílica e fenólica.

Nesse particular, a literatura assinala a utilização, em pesquisas, de dentes naturais humanos extraídos (GAMBILL; ALDER; DEL RIO, 1996; HENNEQUIN; ANDRÉ; BOTTA, 1992; KOSA; MARSHALL; BAUNGARTNER, 1999; MEDEIROS et al., 2006a; 2006b; MEDEIROS; JUNIOR; RISSO, 2000; PESCE, 1990). Outros pesquisadores realizam seus experimentos com osso bovino (CLARO, 2004; MISERENDINO et al., 1985; SILVA, 2001; SOUZA., 1998), e há ainda aqueles que utilizam materiais sintéticos resinosos

(BORGES, 2005 ; CLARO, 2004; FRANCO, 2005; HÄIKEL et al., 1996; MISERENDINO et al., 1988; MORRISON; NEWTON; BROWN JUNIOR, 1989; TEPEL; SCHAFFER, 1997; TEPEL; SCHAFFER; HOPPE, 1995a; 1995b).

Recentemente, a literatura tem ratificado trabalhos realizados com a resina fenólica, conhecida popularmente com o nome de baquelita. Afinal, o que é a resina fenólica? Baquelita é o nome comercial para plásticos produzidos por Bakelite® Ltda., na Inglaterra, e Bakelite® Corporation, na América. Ainda se costuma chamar esse material de Baquelita (Bakelite®), mas é comum chamá-lo pelo nome genérico de formaldeído de fenol (A ERA..., 2006).

Em uma experiência, Xu (1990) analisou, por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), a ultra-estrutura da dentina tratada com resina. Para tanto, valeu-se de resina fenólica fluida, a qual foi colocada na superfície dentinária, o que propiciou a penetração no interior do canalículo dentinário, adaptando-se, inclusive, não só no interior dos túbulos, como também em sua superfície. Por sua vez, essa resina, por apresentar tal propriedade, pode também penetrar na substância intercelular,

transformando o aspecto do tecido interfibrilar à condição do agente. Foram realizados, a seguir, testes mecânicos de fratura dos dentes nos dois grupos. Na realidade, não ocorreu nenhum benefício na resistência à fratura, mesmo que os espaços microscópicos estivessem satisfatoriamente preenchidos pelo agente resinoso. O autor concluiu que a força de tensão da dentina impregnada com resina foi cerca de  $387 \text{ kg/cm}^2$ , e que tal força foi cerca de  $30 \text{ kg/cm}^2$  mais baixa do que aquela dentina não tratada com fluido de resina fenólica, isto é, valor igual a  $417 \text{ Kg/cm}^2$ .

Claro (2004), que realizou o desgaste de instrumentos em placas de Baquelite®, cuja finalidade foi valer-se de um dispositivo motorizado para aplicação de movimentos horizontais de vai-e-vem. Esse autor comparou ainda os efeitos sobre a resistência ao desgaste dos instrumentos submetidos ao tratamento de implantação de íons por imersão em plasma, como limas não tratadas de aço inoxidável e de níquel-titânio. Para tanto, valeu-se de limas Flexofile calibre 35 e de comprimento 25 mm de aço inoxidável, e limas endodônticas Nitiflex de níquel-titânio de mesmo número e tamanho. Foi

desenvolvida uma placa de baquelite que sofria desgaste por meio de um dispositivo motorizado, o qual tinha por finalidade impor movimentos de vai-e-vem da lima Flexofile (#35) e Nitiflex (#35). O objetivo foi determinar a resistência ao desgaste e a flexibilidade de duas limas, sendo uma de aço inoxidável e a outra de níquel-titânio, submetendo esses dois instrumentos à implantação iônica por imersão de plasma, avaliando os efeitos desse tratamento sobre as mesmas propriedades. A resistência ao desgaste dos dois tipos de limas foi determinada in vitro, com o recurso a um dispositivo motorizado para a aplicação de movimentos horizontais de limagem sobre as placas sulcadas de Baquelite®. A microdureza no núcleo das limas e na secção transversal das placas de desgaste foi ensaiada pelo método de Vickers, o que vem a demonstrar que existe significativa evidência estatística de que as placas de Baquelite® constituem um substituto possível do osso bovino úmido, sem apresentar os inconvenientes causados por esse último. Concluiu-se que a resistência ao desgaste das limas de níquel-titânio submetidas ao tratamento de implantação iônica por imersão em plasma foi significativamente maior que a das limas de aço inoxidável e de níquel-titânio não tratadas. Considerando a necessidade, o referido autor indica a resina fenólica (Baquelite®), fundamentado nas suas propriedades, para confecção de placas sulcadas como também de blocos com canais simulados, em consequência de sua dureza homogênea e da similaridade com osso bovino úmido.

Na busca por mais estudos e informações relevantes a respeito do assunto, pela primeira vez, Franco (2005) tentou conduzir sua pesquisa de maneira mais próxima à situação clínica. Para tanto, comparou a capacidade



de corte de limas Flexofile em canais simulados retos, confeccionados com resina fenólica. Inicialmente, foram levados a uma estufa a 50°C por 12 horas para secagem e pesados em uma balança analítica antes do preparo. Utilizou vinte canais que foram instrumentados com duas diferentes técnicas. No primeiro grupo, valeu-se de limas Flexofile de uso manual de número 15 a 40 e da técnica proposta por Lage-Marques e Antoniazzi (2002). No segundo grupo, as limas Flexofile foram acopladas ao contra-ângulo do aparelho Endo-Griper, onde se realizou instrumentação com limas de 15 a 40. Os dois grupos foram instrumentados por um único operador. Para ambos os grupos, empregaram-se o hipoclorito de sódio a 0,5% como substância química auxiliar e irrigação final com EDTA-T 17%. Por fim, os blocos foram irrigados, secos com cones de papel absorventes e levados novamente a uma estufa a 50° por 12 horas. Uma vez obtidos os valores P1 (peso inicial) e P2 (peso final) para cada bloco, foi realizada a tomada de diferença de pesos por meio da subtração do segundo pelo primeiro, o que forneceu a quantidade de material removido durante o preparo químico-cirúrgico. Diante dos resultados obtidos e com base na metodologia utilizada, o autor concluiu que não houve diferença em resposta ao preparo do canal simulado dos blocos de resina fenólica, quando comparado às técnicas de instrumentação manual com o instrumento Flexofile e à técnica automatizada com rotação alternada, com o mesmo instrumento acoplado ao sistema Endo-Gripper e os instrumentos tipo Flexofile. Em ambas as técnicas, os instrumentos perderam a capacidade de corte em função do número de uso.

Borges (2005) analisou comparativamente a capacidade de corte de duas limas, uma de secção quadrangular e outra, de secção triangular em liga de

aço inoxidável, com comprimento de 25 mm e de número igual a 40. Utilizou quarenta limas, divididas em quatro grupos e adaptadas a um dispositivo especial de simulação de movimento linear com atuação padronizada. Um total de vinte placas de resina fenólica de embutimento a quente, com cinco canaletas em seus bordos superior e inferior, foram instrumentadas durante cinco minutos, totalizando vinte minutos para cada lima, duas limas para cada placa, uma de secção longitudinal e outra de secção transversal quadrangular, para o desgaste do bordo inferior. Uma das canaletas não foi trabalhada, para funcionar de grupo de controle. Finalizados os cortes, as canaletas passaram por análises em um projetor de perfil, onde se analisou a capacidade de corte do instrumento endodôntico. Concluiu-se que as limas de secção transversal triangular possuem maior capacidade de corte que as limas de secção quadrangular, independentemente da marca comercial. Comparando-se as marcas comerciais Maillefer (Ballaignes, Swiss) e FKG (FKG, Dentaire, Swiss), essa última apresentou maior capacidade de corte.

Acreditamos que esse substrato, a resina fenólica, contribuiu decisivamente no desenvolvimento deste projeto, visto que pesquisa já desenvolvida por Franco (2005) colocou em prova o uso de instrumento e técnica de preparo do canal simulado em blocos de resina, permitindo avaliar, em termos quantitativos, a remoção do material dos canais simulados realizado pelo instrumento.

### **3 PROPOSIÇÃO**

O presente estudo teve por objetivo analisar comparativamente, in vitro, a capacidade de corte de instrumentos de níquel-titânio K3 e RT Densell do sistema rotatório, considerando a diferença de pesos antes e após a instrumentação e investigar o desgaste na superfície da lâmina de corte desses instrumentos por meio da microscopia com iluminação episcópica em campo escuro.

## **4 MATERIAL E MÉTODO**

### **4.1 Confeção dos blocos de resina**

Utilizou-se neste experimento, cinquenta blocos de resina com canais simulados retos, confeccionados à base de Baquelite®, uma resina fenólica de cura quente “Multfast Brown” (marca Struers/EUA).

Tais blocos (Figura 1) foram confeccionados nas dependências do Laboratório de Materiais, Tratamentos de Superfície e Nanotecnologia do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.



Figura 1 - Bloco de resina

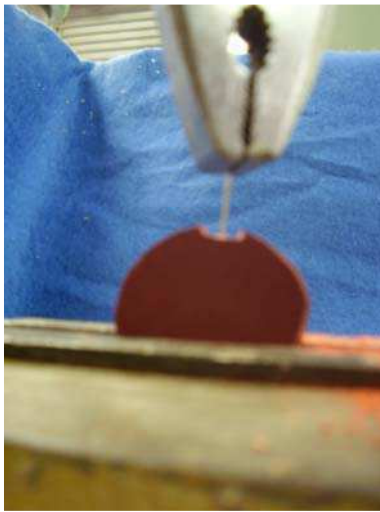
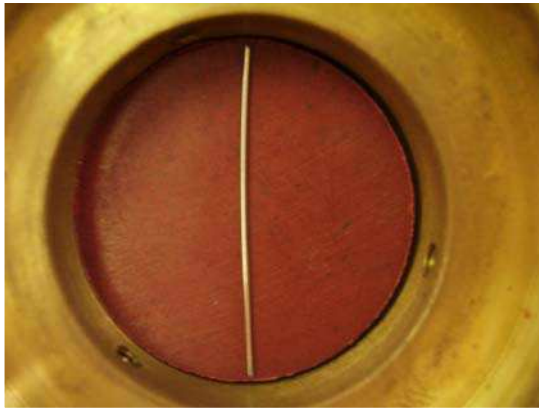
A confecção dos blocos seguiu as seguintes etapas: pesou-se a resina granulada para, em seguida, realizar fixação a quente, com uma carga de 20 a 25 kN, tempo de dez a 12 minutos, temperatura de 190°C - 210°C, por meio da qual se produziram os blocos que, a seguir, foram lixados com lixa tipo grana numero 180, em uma politriz automática (modelo DPU-10/EUA).

Após a colocação do fio ortodôntico reto de número 06 de 21 mm de comprimento sobre a resina, de modo que permanecesse centralizado na unidade de embutimento, procedeu-se à etapa de moldagem do cilindro, sendo depositada mais uma porção do pó de baquelite® para cobrir o fio ortodôntico. A seguir, acionou-se o termo-plastificador (Figura 2), conseguindo-se, com esse procedimento, as amostras do substrato para o experimento.



Figura 2 - Termo-plastificador

De posse do modelo, retirou-se o fio ortodôntico do interior do bloco, criando, assim, o espaço para a confecção do canal simulado (Figuras 3 e 4).



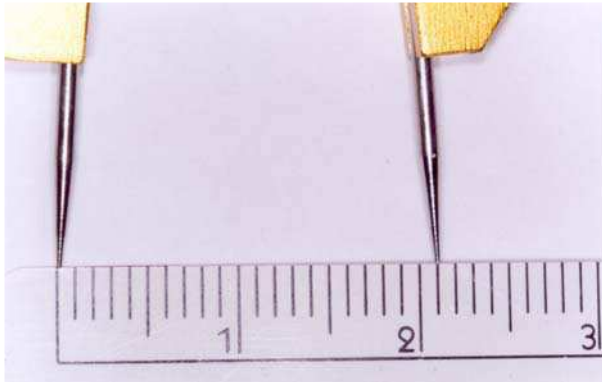
Figuras 3 e 4 - Confeccção do canal simulado

#### **4.2 Limite apical de preparo dos canais simulados**

Todos os canais simulados foram confeccionados com o comprimento de 21 mm, confirmados através do compasso de ponta seca (Figuras 5 e 6). Para obter maior precisão, antes do preparo químico-cirúrgico, foi efetuada a odontometria, de modo a definir como limite de preparo do canal simulado, em cada bloco, 1 milímetro de distanciamento do término do canal.

Tal procedimento foi executado introduzindo-se a lima tipo K (#0,6) (Dentisply-Maileffer-Ballaigues-Suíça) (Figura 7). Uma vez realizados os acabamentos necessários, no intuito de permitir a entrada desse instrumento

em todo o comprimento do canal, visualizou-se a coincidência da ponta do instrumento com o término do canal simulado, diminuindo, a partir daí, um milímetro. Conseqüentemente, a odontometria de todos eles foi de 20 mm.



Figuras 5 e 6 - Confirmação do comprimento do canal simulado.



Figura 7 - Lima tipo K

#### 4.3 Preparo dos canais simulados

Para obter uma configuração do canal simulado no bloco de resina, em que o diâmetro e a conicidade permitissem a penetração dos instrumentos rotatórios nos canais de maneira adequada, foi feita uma instrumentação prévia com as limas manuais tipo K (# 06 a # 20) (Dentispaly-Maileffer-Ballaigues-Suíca), cujo objetivo, além da obtenção do formato cônico, foi promover uma ampliação do canal até a lima tipo K (# 20) (Figura 8), conseguindo, assim, a penetração da primeira lima dos dois sistemas rotatórios.

Para esse procedimento, utilizou-se, como substância química auxiliar da instrumentação manual, o creme de ENDO-PTC (Officinalis/São Paulo), neutralizado pelo hipoclorito de sódio a 1%, e irrigação final com Tergensol (Officinalis/São Paulo), conforme técnica recomendada por Lage-Marques e Antoniazzi (2002).

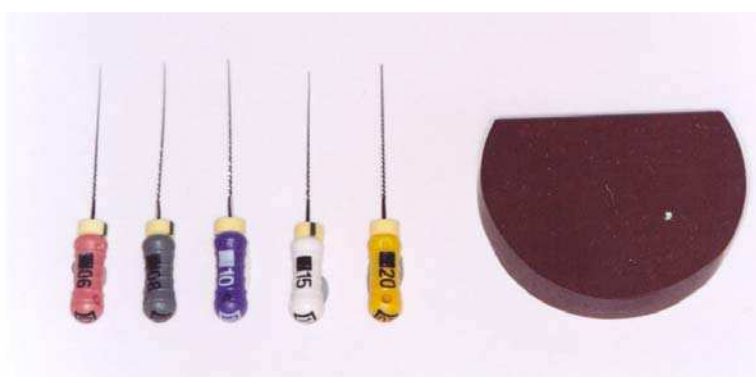


Figura 8 – Sequência de instrumentos para ampliação prévia do canal.

#### **4. 4 Desidratação inicial dos blocos de resina**



Na seqüência, os blocos foram levados a uma estufa modelo 515 B (Fanem/Guarulhos-SP-Brasil) a 50°C, por um período de 12 horas, para desidratação, procedimento esse realizado antes da obtenção dos pesos dos blocos.

#### **4.5 Pesagem inicial dos blocos de resina**

Os blocos foram pesados em balança analítica digital modelo SA-210 de precisão (Quimes Aparelhos Científicos Ltda – Diadema – SP) (Figura 9), para coleta e registro do peso inicial dos blocos (P1) antes da instrumentação.



Figura 9 - Balança analítica.

#### **4.6 Esterilização das limas**

Posteriormente, todas as limas foram esterilizadas antes de cada uso, em estufa modelo 515 B (Fanem/Guarulhos-SP-Brasil), a uma temperatura de 160°C, por 120 minutos, pelo método de calor seco.

#### **4.7 Divisão aleatória em grupos**

Para cada grupo, foram utilizados cinco jogos de limas (Grupo A, limas RT Densell e Grupo B, limas K3), sendo que cada um deles promoveu a instrumentação em cinco canais simulados, no total de 25 instrumentações, em 25 blocos, para os grupos A e B.

Em continuidade, os blocos dos canais simulados dos dois grupos foram identificados e numerados de 1 a 50, começando-se a identificação no bloco número 1 até o bloco de número 25, para o grupo A (limas RT Densell), e de 26 a 50, para o grupo B (Limas K3).

#### **4.8 Preparo dos canais simulados com sistema rotatório**

Para o grupo A, foram utilizados, durante o preparo químico-cirúrgico dos canais simulados, o sistema rotatório RT Densell (Sjöding Sendoline, Kista, Sweden) (Figura 10) e a seqüência de técnica proposta pelo fabricante (Crown-down). Os referidos canais foram preparados com cinco jogos, cada um deles com 5 limas de diâmetro da ponta de números 20, 25, 30, 35, 40, conicidade 0.02 e comprimento de 21 milímetros.

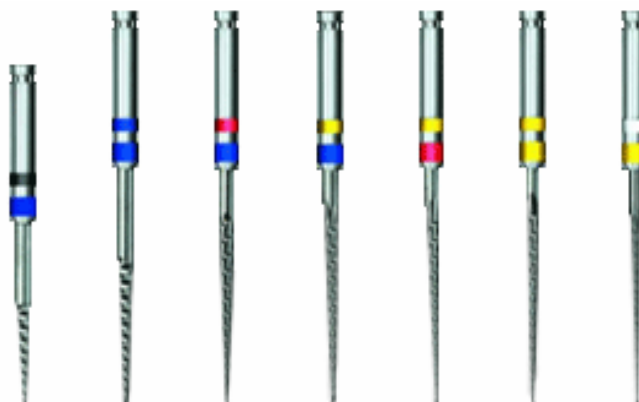


Figura 10 - Limas RT Densell

No grupo B, foram utilizadas limas, K3 (SybronEndo, Orange County, CA,

USA) (Figura 11) do sistema rotatório. O preparo químico-cirúrgico dos canais simulados tiveram, da mesma maneira, uma seqüência de técnica proposta pelo fabricante (Crown-down), com utilização de cinco caixas de limas com a seguinte seqüência: cinco limas: 20, 25, 30, 35, 40, conicidade 0.02, com tamanho de 23 milímetros.

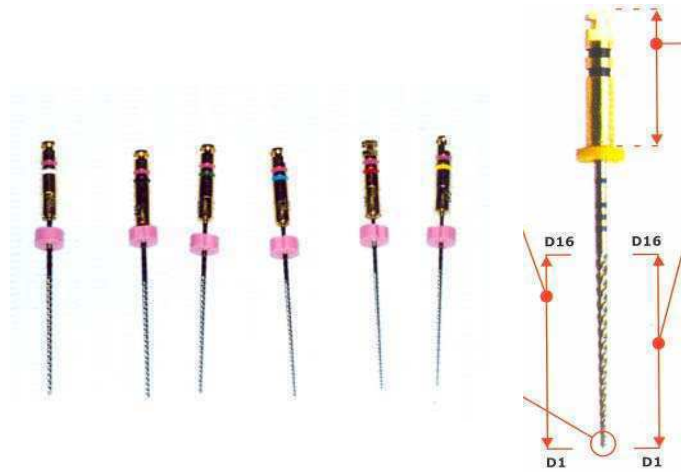


Figura 11 – Limas K3.

O mecanismo utilizado em cada grupo correspondeu ao sistema com motor elétrico X-SMART (Dentsply, Maillefer), ajustado à rotação de 250 rpm e torque de 2 Newtons (2N). (Figura -12)



Figura 12 - X-SMART

Para ambos os grupos, os canais foram instrumentados por um único operador, com experiência docente e especialista em Endodontia.

Antes de iniciar o preparo químico-cirúrgico dos canais simulados (Figura 13) foi realizada, nos dois grupos, uma irrigação com agulha fina BD número 29 G (13x 3.3), para aplicação de insulina, introduzida dentro do canal simulado com 5 mililitros de hipoclorito de sódio a 1%, para, a seguir, iniciar-se o preparo do canal com substância química auxiliar de instrumentação, o creme de Endo-PTC.



Figura 13 - Preparo do canal.

A cada mudança de lima do sistema rotatório, foram efetuadas a irrigação e a aspiração do canal com cinco mililitros de solução de hipoclorito de sódio, mantendo-se o mesmo procedimento em todos os blocos. Após cada preparo químico-cirúrgico, foi feita uma irrigação final (Figura 14) com cinco mililitros de Tergensol, montada na mesma seringa descrita anteriormente, concomitante com aspiração com agulha suctora 40:20 e 30:6, acoplada à bomba de sucção. Os canais foram posteriormente secos com cones de papel absorvente

(Dentisply-Petrópolis/RJ) (Figura 15).

O tempo gasto para a instrumentação de cada lima, em ambas as técnicas, foi registrado por um cronômetro digital (Herweg, SC/ Brasil), sendo interrompido esse registro durante as trocas de limas e a irrigação com a substância química auxiliar. O critério de mudança de um instrumento para o outro ocorreu quando o instrumento totalizou vinte segundos de instrumentação. Assim como para a aspiração dos canais simulados, esse tempo será mensurado por uma auxiliar, em todas as etapas.



Figura 14 - Irrigação e aspiração



Figura 15 - Secagem

#### **4. 9 Desidratação final dos blocos de resina**

Em continuidade, os blocos retornaram para estufa a 50°C por mais um período de 12 horas, para desidratação: em seguida, foram novamente pesados, constituindo-se o peso final (P2).

#### **4.10 Pesagem final dos blocos de resina**

Após a instrumentação, foi feita a tomada do peso final (P2) de todos os blocos, para verificar a quantidade de resina removida após cada instrumentação e avaliar a diferença de peso dos blocos, por meio da

subtração do primeiro valor pelo segundo, o que fornece a quantidade de material removido durante o preparo químico-cirúrgico em cada instrumentação, em ambos os sistemas.

#### **4.11 Análise microscópica**

Uma vez escolhidos aleatoriamente os instrumentos para análise no microscópio, eles foram submetidos a lavagem com detergente, escova de cerdas finas e água corrente. Em seguida, foi realizada uma secagem cuidadosa com papel filtro.

Para as leituras no microscópio, antes do uso dos instrumentos, foram escolhidas cinco limas K3 de tamanho 20 e conicidade 0.02. Para os instrumentos RT Densell, a escolha também recaiu em cinco limas de mesma numeração e diâmetro.

Os referidos instrumentos foram analisados em microscópio com iluminação episcópica em campo escuro (Nikon Epiphot 200), do Laboratório de Análise de Imagens de Materiais (LAIMat) do Departamento de Materiais e Tecnologia (DMT) da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (UNESP), tomando-se o cuidado de realizar as leituras a cinco milímetros de sua extremidade, como área a ser analisada, obtendo-se dessa região imagens mais significativas, com aumento de cem e duzentas vezes, armazenando-se as referidas imagens em CD (Maxel CD-R 80 min/700 MB). Os instrumentos sempre foram examinados com a parte ativa na mesma posição daquela previamente marcada.

Após cinco usos de cada instrumento, procedeu-se a uma adequada limpeza com gaze embebida em solução de hipoclorito de sódio a 1% (Botica Beladona, Cruzeiro, São Paulo) e, em seguida, realizou-se lavagem com

detergente e escova de cerdas finas e água corrente. Após a limpeza e secagem cuidadosa do instrumento, utilizado cinco vezes, eles foram levados novamente para análise na microscopia com iluminação episcópica em campo escuro (Nikon Epiphot 200), no Laboratório de Análise de Imagens de Materiais (LAIMat) do Departamento de Materiais e Tecnologia (DMT) da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, tomando-se o cuidado de realizar as leituras com a parte ativa do instrumento na mesma posição daquela previamente marcada, com nova armazenagem das imagens em CD (Maxel CD-R 80 min/700 MB).

#### **4.12 Tratamento estatístico das amostras**

A análise estatística dos resultados experimentais foi feita por meio do programa BioEstat 3.0. Os testes estatísticos utilizados foram:

- Estatística descritiva, para mostrar os valores mínimos e máximos dos dados, média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variação, apresentados em tabelas.

- Inferência estatística, com um nível de significância de 5%, nos seguintes testes:

- Kolmogorov-Smirnov, para verificar a normalidade do comportamento dos dados;
- Teste paramétrico “t” Student, para comparação de duas amostras cujos dados estejam normalmente distribuídos;
- Teste não-paramétrico U Mann-Whitney, para comparação de duas amostras cujos dados não estejam normalmente distribuídos.

- A análise dos desgastes foi feita por três dentistas, não especialistas em endodontia, para não haver influência do fabricante dos instrumentos. Os

dentistas avaliaram dez limas antes e depois do uso, atribuindo valores às fotomicrografias em escore calibrado de 0 a 3, em que, para cada valor de escore, foi atribuída uma qualificação: 0 = nenhum desgaste; 1 = pequeno desgaste; 2 = moderado desgaste; 3 = grande desgaste. Os resultados qualitativos foram convertidos em valores quantitativos para a análise estatística.



## 5 RESULTADOS

Os resultados do estudo estão apresentados nas Tabelas de 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e figuras 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27.

A Tabela 1 apresenta a quantidade de material removido do canal simulado pelas limas RT Densell® em cada uso, bem como a somatória de todos as remoções realizadas por cada caixa de lima após cinco usos. A estatística descritiva encontra-se na Tabela 2.

Tabela 1 - Quantidade em miligramas de resina fenólica removida de cada caixa de limas RT Densell®

<i>RT Densell</i>	<i>1º uso</i>	<i>2º uso</i>	<i>3º uso</i>	<i>4º uso</i>	<i>5º uso</i>	<i>Somatória</i>
Caixa 1	131	104	119	101	101	556
Caixa 2	142	176	211	148	109	786
Caixa 3	182	185	107	123	81	678
Caixa 4	181	155	165	166	70	737
Caixa 5	246	115	111	76	67	615
<b>Somatório</b>	882	735	713	428	428	3372

Tabela 2 - Estatística descritiva da somatória das remoções com as limas RT Densell®

<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Coefficiente de</i> <i>Varição</i>
<b>5</b>	134.88	45.85	67.000	246.000	33.99%

A Tabela 3 apresenta a quantidade de resina fenólica retirada do canal

radicular simulado pelas limas K3® em cada uso, bem como a somatória de todas as remoções realizadas por cada caixa de lima após cinco usos. A estatística descritiva correspondente encontra-se na Tabela 4.

Tabela 3 - Quantidade em miligramas de resina fenólica removida de cada caixa de limas K3®

<i>K3</i>	<i>1º uso</i>	<i>2º uso</i>	<i>3º uso</i>	<i>4º uso</i>	<i>5º uso</i>	<i>Somatória</i>
Caixa 1	104	109	101	100	58	472
Caixa 2	108	95	62	112	120	497
Caixa 3	118	128	67	109	127	549
Caixa 4	105	59	97	103	94	458
Caixa 5	84	67	78	91	134	454
<b>Somatório</b>	519	458	405	515	533	2430

Tabela 4 - Estatística descritiva da somatória das remoções com as limas K3®

<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Coefficiente de Variação</i>
<b>5</b>	97.2	21.96	58.000	134.000	22.59%

A Tabela 5 aponta a média aritmética e o desvio padrão dos escores conferidos pelos distintos examinadores às fotomicrografias.

Tabela 5 - Média aritmética e desvio padrão dos escores

<i>Marca comercial</i>	<i>Média dos escores</i>	<i>Desvio Padrão</i>
Rt Densell®	2.53	0.5164
<b>K3®</b>	1.87	1.2459

A Tabela 6 apresenta os resultados dos testes estatísticos da comparação do desgaste médio entre as lima Rt Densell e K3, bem como os escores obtidos.

Tabela 6 - Testes estatísticos da remoção e do desgaste das limas RT Densell e K3.

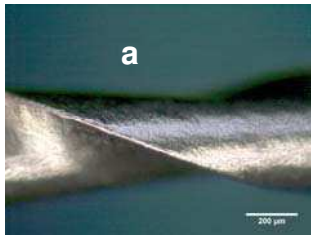
<i>Teste estatístico</i>		<i>p-value</i>
"t" Student	RT Densell X K3	< 0,05
<b>Mann-Whitney</b>	RT Densell X K3	> 0,05

Por sua vez, a Tabela 7 mostra, através dos testes Kolmogorov-Smirnov, a hipótese de normalidade dos dados.

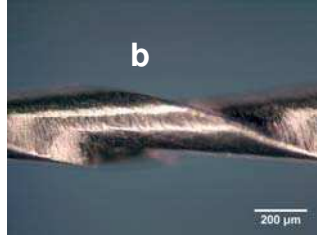
Tabela 7- Teste de normalidade dos dados – Kolmogorov-Smirnov

	<i>p-value</i>
Remoção RT Densell	p > 0,05
Escore deformação RT Densell	p > 0,05
Remoção K3	p < 0,05
<b>Escore deformação K3</b>	P < 0,05

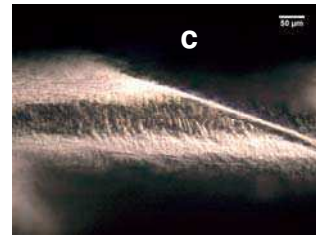
Figuras de 16 a 20 - Fotomicrografias das limas RT Densell



Antes do uso (100 X)

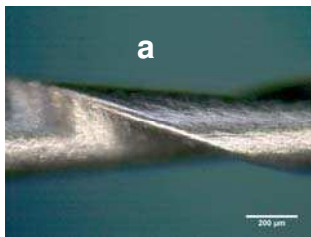


Após quinto uso (100 X)

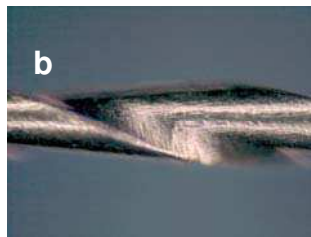


Após quinto uso (200 X)

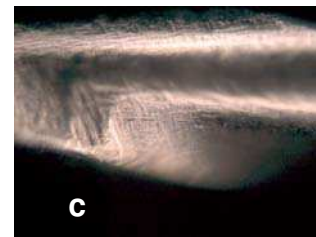
Figuras 16 a, b e c - Limas RT Densell



Antes do uso (100 X)

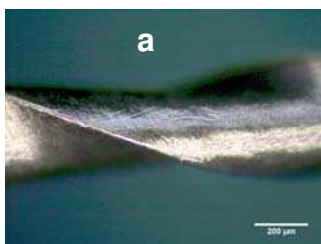


Após quinto uso (100 X)

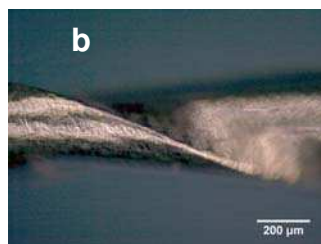


Após quinto uso (200 X)

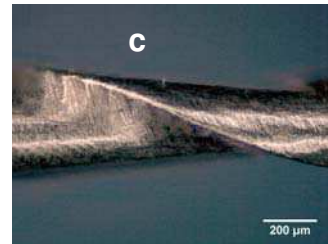
Figuras 17 a, b e c - Limas RT Densell



Antes do uso (100 X)

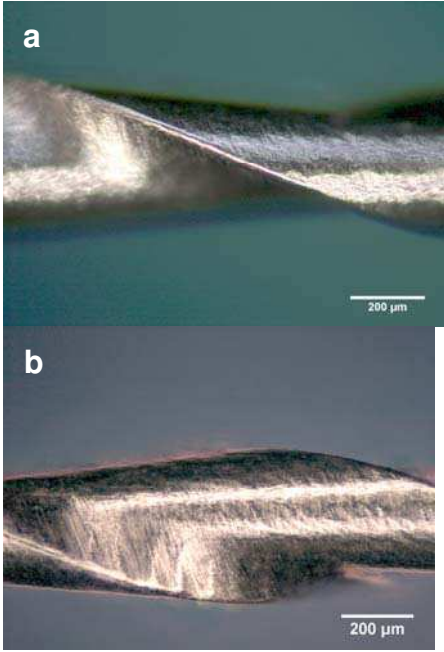


Após quinto uso (100 X)



Após quinto uso (200 X)

Figuras 18 a, b e c - Limas RT Densell



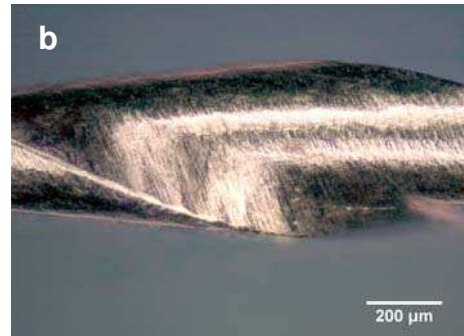
Antes do uso (100 X)

Após quinto uso (100 X)

Figuras 19 a, b - Limas RT Densell



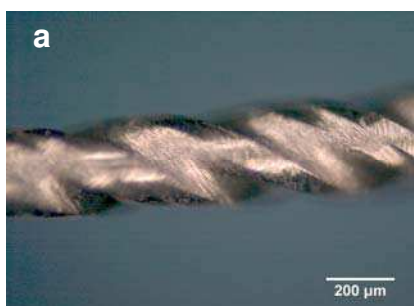
Antes do uso (100 X)



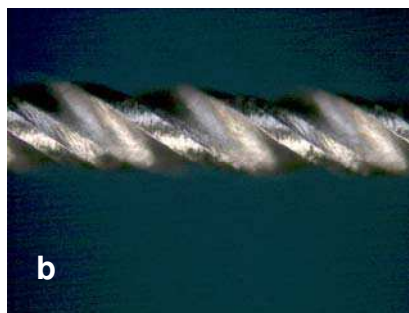
Após quinto uso (100 X)

Figuras 20 a, b - Limas RT Densell

Figuras de 21 a 25 - Fotomicrografias das limas K3

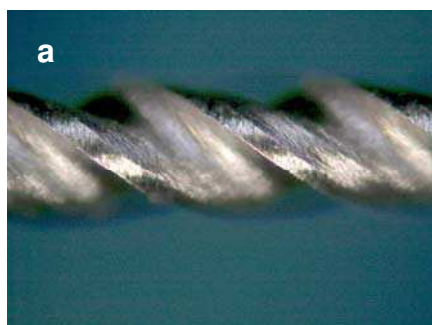


Antes do uso (100 X)

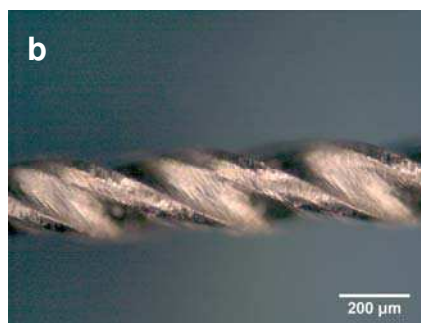


Após quinto uso (100 X)

Figuras 21 a, b - K3

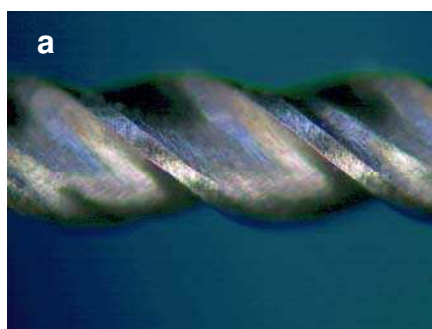


Antes do uso (100 X)

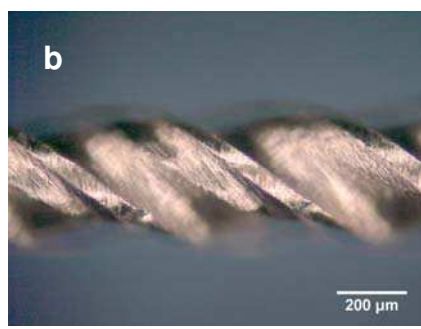


Após quinto uso (100 X)

Figuras 22 a, b - K3

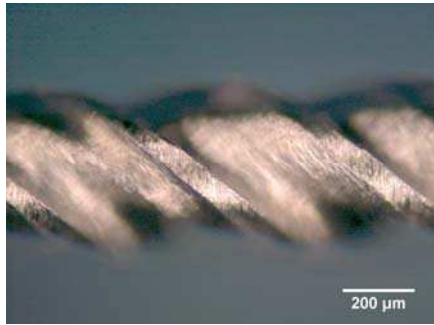


Antes do uso (100X)

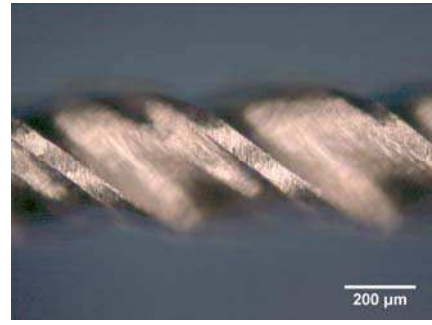


Após quinto uso (100 X)

Figuras 23 a, b - K3

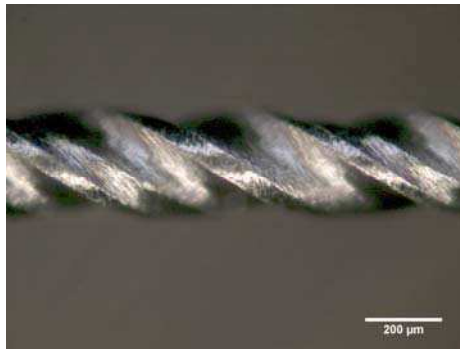


Antes do uso (100 X)

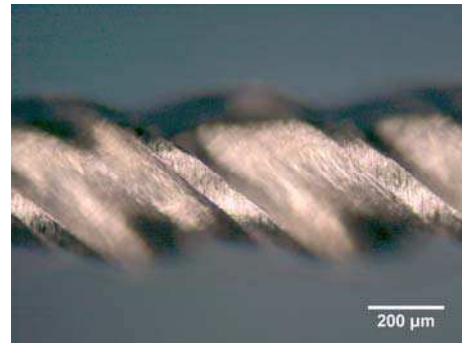


Após quinto uso (100 X)

Figuras 24 a, b - Limas K3



Antes do uso (100 X)



Após quinto uso (100 X)

Figuras 25 a, b - Limas K3

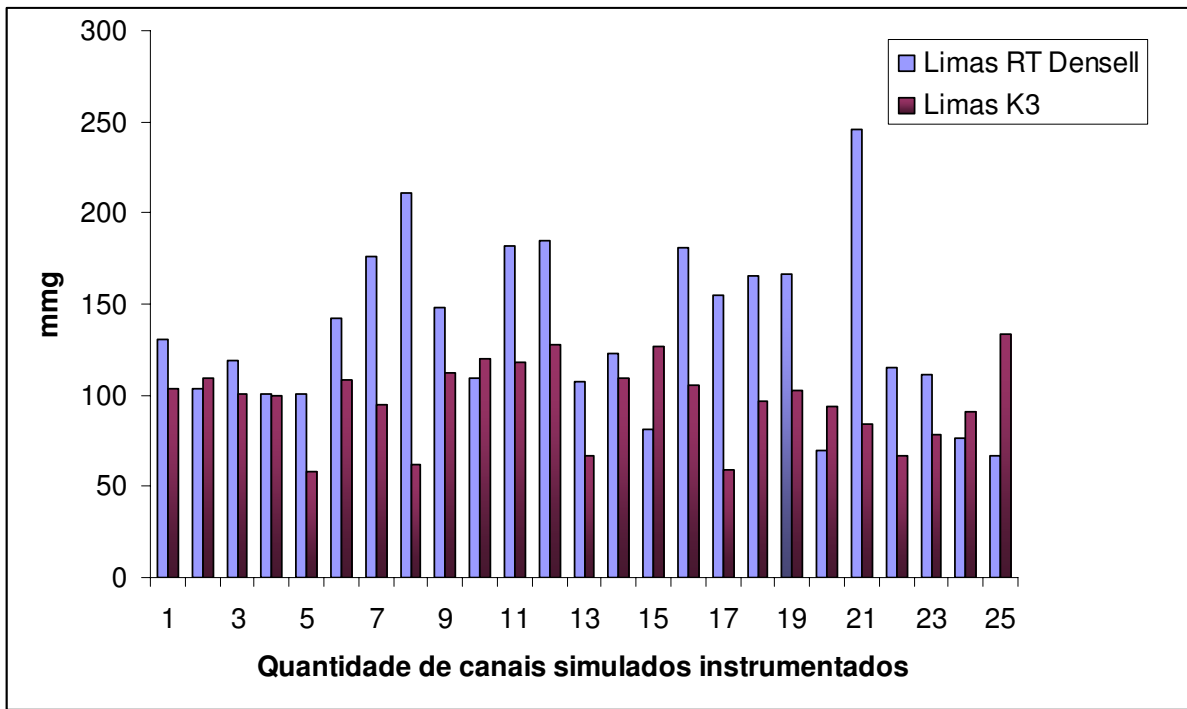


Figura 26 - Gráfico da quantidade de resina removida pelas limas RT Densell e K3

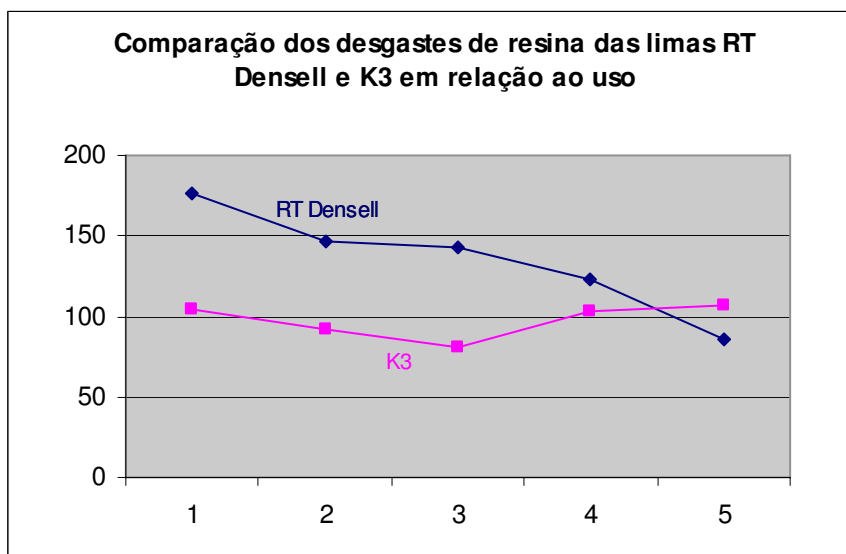


Figura 27 - Gráfico comparativo da quantidade de resina removida pelas limas RT Densell e K3 entre o primeiro e quinto uso.



## 6 DISCUSSÃO

É inquestionável a contribuição que o avanço tecnológico, com o uso dos instrumentos rotatórios, trouxe à endodontia. Entretanto, é bastante questionável a qualidade e a eficiência desses instrumentos, quando comparadas diversas marcas, com variações no desenho das seções transversais, variações de *taper*, velocidade rotacional, torques dos aparelhos, e também na comparação com instrumentos de aço inoxidável e seu favorecimento à sensibilidade tátil.

Schäfer e Florek (2003), Schäfer e Schlingemann (2003) e Szep et al. (2001) concordam, em seus trabalhos, o número de fraturas nas limas rotatórias de níquel-titânio, é maior do que nos instrumentos de aço inoxidável. Porém Patino et al. (2005) afirmam que a fratura está associada ao ângulo de curvatura e à quantidade de uso do instrumento, sugerindo uma técnica mista, que se inicia com limas manuais no terço apical, antes da utilização dos instrumentos rotatórios.

Entretanto a utilização, no início da instrumentação, das limas rotatórias com *tapers* compatíveis com a porção cervical e média do canal facilita a penetração no terço apical das limas manuais, em dentes com curvatura de raiz acentuada, porquanto a prática clínica demonstra que, para a finalização do preparo do canal, é importante que se faça uso de instrumentação manual, até porque a remoção de raspas de dentina acumulada no término do canal fica mais fácil.

Não somente o ângulo de curvatura e a quantidade de uso – fatores citados por Patino et al. (2005), estão relacionados com a fratura do

instrumento, como também, a velocidade rotacional, citada por Martín et al. (2003), que é diretamente proporcional à fadiga do instrumento e à conseqüente fratura. Além do torque do aparelho e, principalmente, a força aplicada pelo operador e o tipo de movimento empregado.

O desenho da secção transversal, o formato da haste ou núcleo do instrumento e a profundidade do formato de suas lâminas contribuem tanto para a capacidade de corte como para a fratura do instrumento. James et al. (2006) concluíram, no seu trabalho, que diferentes desenhos da seção transversal, diâmetros e *tapers* contribuem para a vulnerabilidade ou não das limas de níquel-titânio à fadiga cíclica.

Em relação à manutenção da curvatura original do canal, Guelzow et al. (2005) Schäfer e Schlingemann (2003) também afirmaram que os instrumentos rotatórios mantêm melhor a curvatura que os manuais. Porém, no trabalho de Nakamura, Lemos e Calil (2005), que se utilizou do preparo manual e do sistema rotatório, foi verificado que não houve diferença significativa entre os dois sistemas. Aliás, a lima de níquel-titânio utilizada pelos autores foi a RT Densell, que faz parte deste estudo.

A capacidade de corte desses dois sistemas foi analisada por Silva (2001), que comprovou, em seu estudo, que as limas de aço inoxidável perdem mais rapidamente o corte em suas lâminas do que as de níquel-titânio, embora essa perda se verifique em ambas, com o uso.

Quanto ao tempo necessário para a instrumentação do canal, Guelzow et al. (2005) e Schäfer e Floreck (2003) consideram a instrumentação automatizada mais rápida do que a manual. Entretanto, no trabalho realizado por Schäfer e Schlingemann (2003), nenhuma diferença significativa foi

verificada no tempo de instrumentação do canal radicular em relação aos dois sistemas. Mesmo que não haja variação de tempo entre as sessões do tratamento endodôntico entre os dois sistemas, é perceptível que, com o uso do rotatório, o desgaste físico é atenuado.

Plotino et al (2007) comprovaram que o uso de limas acionadas a motor não interfere na resistência à fadiga cíclica, em relação às limas manuais de níquel- titânio.

Observa-se que os instrumentos de níquel-titânio vieram para somar. Contudo, a destreza e a percepção apurada que o seu uso exige devem ser levadas em consideração, assim como a relação entre custo e benefício. Com base nas vantagens que esse sistema pode acrescentar, justifica-se o aprofundamento do estudo entre marcas diferentes de limas rotatórias.

Neste estudo houve a intenção de averiguar a capacidade de corte e a deformação de duas limas de níquel-titânio de diferentes fabricantes, sendo uma da marca RT Densell, recentemente introduzida no Brasil, e uma outra chamada de K3. Cumpre ressaltar que inúmeras pesquisas realizadas com essa última são objeto de avaliações comparativas.

Por seu turno, Ankrum, Hartwell e Truitt (2004), analisando as limas K3, Profile e Protaper em relação à fratura, comprovaram que não houve diferença significativa entre os grupos, fato esse evidenciado por Gonzales-Rodriguez e Ferrer-Luque (2004).

Além do mais, os autores acima citados, estudando a relação da incisão de dentina com as limas K3, Profile e Hero, chegaram à conclusão de que, dentre as duas primeiras limas citadas, não houve diferença estatística significativa, embora a Hero fosse a que mais removeu. Porém nesse estudo,

analisando a capacidade de corte das limas K3 e RT Densell, observou-se que a RT Densell possui maior capacidade de corte.

Considerando o grau de curvatura, as limas K3 removeram uma quantidade maior de dentina na região apical, fato esse verificado em canais com menor grau de curvatura, em torno de vinte graus, quando comparada com a quantidade obtida com a lima Profile, pesquisa essa corroborada por Ayar e Love (2004).

Quanto à fadiga cíclica, estudada por James et al. (2006) como também por Yao, Schwartz e Beeson (2006), em relação às limas Profile, K3 e Race, esses autores constataram que a maior resistência à fadiga cíclica foi obtida pelas limas K3.

Para mais, O`Hoy, Messer e Palamara (2003) analisaram o efeito da repetição dos procedimentos de limpeza com o uso de NaOCl a 1%, chegando à conclusão de que as limas poderiam ser limpas até dez vezes sem susceptibilidade à fratura ou corrosão. Porém, no estudo feito por Ove, Jan e Michel (2007), que investigaram o efeito da imersão em NaOCl a 5,25% aquecido, os autores chegaram à conclusão de que as limas de níquel-titânio estudadas perdem a resistência à fadiga cíclica, embora não haja consenso se há ou não a corrosão como um problema clínico.

Ao submeter às limas a um procedimento de lavagem com água corrente, não se levando em conta o uso de uma solução de limpeza, pode haver remoção de partículas aderentes da superfície de corte do instrumento. Isso posto, uma vez que as limas sejam levadas à esterilização a temperaturas altas, questiona-se a possível integridade de suas lâminas, caso ocorra limpeza inadequada do instrumento.

Como também, durante a preparação do canal radicular com o instrumento, faz-se a aplicação concomitante de substância química auxiliar, a exemplo do hipoclorito de sódio a 1%. Mas não é só. Soma-se a esses fatos anteriormente comentados o calor gerado durante a rotação do instrumento no interior do canal radicular.

Deve-se lembrar que, provavelmente, o instrumento com rotação por volta de 250 rpm acaba promovendo aquecimento no contato com a parede do canal, com a subsequente corrosão da liga. Ademais, em contato com o hipoclorito de sódio, poderá ocorrer exacerbação desse processo de corrosão e de dano ao instrumento. Sugestão para avaliação em um próximo estudo.

A esse respeito, a velocidade rotacional do instrumento utilizada neste presente estudo foi baseada nas especificações dos fabricantes das duas marcas, que adotam a velocidade ideal para a utilização dessas limas em torno de 200 a 350 rpm. Porém foi comprovado por Martin et al. (2003) que menor velocidade rotacional para o uso dos instrumentos rotatórios promove menor quantidade de fratura em suas lâminas; daí a razão de se ter escolhido da velocidade única de 250 rpm.

Por tratar-se de substância dotada de alta dureza, semelhante ao osso bovino e à dentina humana (CLARO, 2004; XU, 1990), o substrato usado nessa pesquisa, representado pelo baquelite® ou resina fenólica, provavelmente oferece uma resistência ao preparo

capaz de promover danos à estrutura do instrumento, como ocorre no dente humano. Possui baixa higroscopia, boa estabilidade dimensional, baixo custo de preparação, reprodutibilidade controlável na preparação das amostras, perda de peso em resposta ao ciclo de lixagem e força de tensão da dentina tratada com resina fenólica fluida da ordem de  $387 \text{ Kg/cm}^2$ , próxima à da dentina não tratada com índice de  $417 \text{ Kg/cm}^2$  (CLARO, 2004; YGUEL-HENRY; VANNESSON; VON STEBUT, 1990). Nesse ponto, importa lembrar que as razões acima comentadas, favoráveis ao uso da baquelita, revelam que a sua eleição justifica-se graças ao excelente substrato para uso em teste de penetração.

A essa altura, não seria demais lembrar os valores calculados de dureza Vickers obtidas por Claro

(2004): as placas de osso de fêmur bovino úmido, com valor de 39,72; Baquelite® (resina fenólica), com índice de 39,92; resina acrílica (polimetilmetacrilato), por volta de 21,10; e placas de osso bovino desidratado, da ordem de 64,85.

Tais qualidades são indispensáveis na escolha desse material para análises durante as ações que o instrumento exerce sobre as superfícies desse substrato. Tais dados validam a escolha desse modelo, constituindo bons motivos para que esta pesquisa apresente a produção e fabricação desse material, que apresenta dureza semelhante à da dentina ou do osso, mostrando passo a passo a sua manufatura.

Às investigações de Claro (2004) e Franco (2005) resultaram num avanço em relação à obtenção de blocos destinados a canais simulados em resina fenólica, porquanto a resina acrílica, representada pelo polimetilmetacrilato, ao ser submetida a testes de microdureza Vickers de placas de desgaste, apresenta baixa dureza e alta ductibilidade, respondendo ao ciclo de desgaste sem qualquer perda de peso quando sofreu processo de limagem com os instrumentos endodônticos.

Além do mais, dentre os materiais pesquisados para uso neste estudo, as placas de acrílico apresentaram valor médio de microdureza menor do que as placas de baquelite, osso de fêmur bovino desidratado e osso de fêmur bovino úmido.

Desse modo, parece-nos que pesquisas sobre o emprego da baquelita

como material destinado a investigações a respeito de preparo do canal radicular deverão passar por mudanças, visto que, no futuro, amostras de dentes humanos extraídos serão de difícil obtenção, graças ao desenvolvimento de tratamentos odontológicos cada vez mais preventivos. Além disso, esses modelos irão facilitar sobremaneira a obtenção de canais simulados curvos com o mesmo grau de curvatura, tendo em vista as dificuldades na obtenção de dentes com raízes curvas, todos com o mesmo grau de curvatura.

Procura-se realizar experiência in vitro com um substrato apropriado e o mais próximo à realidade clínica. Convém esclarecer que, muito embora vários tipos de materiais estejam sendo usados como substitutos da dentina de dentes humanos extraídos, nas provas de desgaste e capacidade de corte de instrumentos, de outra parte entende-se que tais materiais representam uma vantagem, ou seja, permitir a confecção de amostras com geometria e dureza semelhantes entre si, inclusive permitindo obter canais simulados com graus de curvatura semelhantes, o que permite padronizar a pesquisa. De outro modo, seria difícil colher dentes com graus de dureza similar para a realização de uma investigação (MISERENDINO et al., 1988).

Aliás, comentários de Morrison, Newton e Brown Júnior (1989) dão conta de que a resina fenólica utilizada sob a forma de placas sulcadas representa um excelente substrato para o teste de corte, uma vez que esse material elimina as variações que existem de dureza da dentina e osso.

Constatou-se que, todas as limas citadas anteriormente são conceituadas, bem aceitas pelos dentistas que fazem uso da instrumentação rotatória, e geraram inúmeros trabalhos a respeito de suas características,



além de possuírem, no mercado odontológico, preços semelhantes.

Neste trabalho, além da lima K3, outro instrumento relativamente novo veio para o Brasil com o nome de RT Densell, importado da Suécia pela Lhocus, conhecido originalmente como lima NiTi-TiEE. Poucas pesquisas científicas estudaram tais limas, e, apesar de serem de níquel-titânio, possuem preço mais acessível.

Jodway e Hülsmann (2006) analisaram as limas NiTi- TEE e K3, em relação ao *Smear layer*, debris e fratura, não constatando diferença significativa; porém, levando em consideração o tempo de trabalho, a primeira obteve o menor tempo. Em relação à fratura, resultados diferentes foram constatados nesse presente estudo, quatro limas RT Densell fraturaram, porém não houve fratura das limas K3.

Observou-se que as lâminas de corte das limas RT Densell prendem nas superfícies lisas do interior do canal simulado, com maior frequência que as limas K3, principalmente a de maior diâmetro na ponta (40), que entra mais justa no interior do canal simulado, sendo necessária, por mais vezes, a utilização do auto-reverso, isto é, da rotação automática, em sentido anti-horário, do aparelho X-SMART, para soltar a lima presa no interior do canal.

Uma observação foi feita em relação às laminas de corte dessas duas limas, RT Densell e K3: apesar de ambas possuírem haste helicoidal, a RT Densell possui laminas de corte com superfície mais aguda, enquanto a K3 é mais plana. Talvez seja por isso que a RT Densell prende mais nas superfícies lisas do canal, exercendo maior efeito de rosqueamento, fato que merece investigação em um novo estudo a respeito do assunto.

Outro detalhe diz respeito ao instrumento RT Densell. Ainda que possa,

no decorrer do primeiro uso, realizar mais remoção de material do interior do canal, de acordo com os dados das Tabelas 1, 2, 3, 4, 6 e 7, provavelmente, o formato de suas lâminas de corte mais aguçado explique por que esse instrumento apresentou maior capacidade de corte no primeiro uso, em relação às limas K3. Em decorrência do maior desgaste da superfície de corte das lâminas das limas RT Densell, possivelmente houve uma fragilidade nesse instrumento, levando-o a fratura.

Entretanto, Troian et al. (2006), em relação à deformação e a fraturas das limas Race e K3, verificaram que os instrumentos K3 possuem resultados mais favoráveis quando se leva em conta essas particularidades. Esses autores, também afirmaram que, os instrumentos K3 permaneceram relativamente sem danos após o quinto uso. Fato comprovado no atual estudo, os instrumentos K3 permaneceram relativamente constantes, em relação à perda de corte e deformação, no primeiro e quinto uso. Resultado evidenciado pelo gráfico da Figura 27 e pelas fotos da microscopia demonstradas nas Figuras 21, 22, 23, 24 e 25.

Nesse particular, John et al (2006) comprovaram que existe uma variação entre o diâmetro da ponta e *tapers* dos instrumentos de níquel-titânio, em relação ao protocolo de especificação dos instrumentos endodônticos e em relação às diversas marcas. Nesse estudo, está incluída a lima K3 (30/0.40), que possui diâmetro da ponta aumentado em relação ao padrão. Porém as limas RT Densell número 40 e de *taper* 0,02 entraram mais justas no canal do que as K3 de mesma medida.

Mais ainda: escolheram-se, para as análises microscópicas, instrumentos de diâmetros 20 e *taper* .02. Tal opção se justifica pelo fato de esses

instrumentos penetrarem em toda a extensão do canal radicular, promovendo atrito de sua lâmina de corte com a parede do canal radicular.

Convém, a essa altura, explicar que a utilização das limas manuais foi basicamente para alargar e dar um formato mais semelhante ao do canal radicular.

A última lima utilizada do preparo manual foi à lima tipo K 20, com vistas a se realizar um pré-alargamento, com o intuito de permitir a entrada das limas do sistema rotatório de maior diâmetro de ponta, uma vez que a técnica utilizada foi a de *crown down*, preconizada pelos fabricantes.

Com relação às observações das limas no microscópio, notou-se que os instrumentos utilizados de ambas as marcas não apresentaram, comparativamente, diferenças na superfície de corte, além de deformação considerável, devida possivelmente, à sua grande elasticidade, resistência à deformação plástica e resistência à fratura, ocorrência observada na Tabela 5.

Aliás, resultados diferentes com relação à deformação e ao desgaste, cotejados por Medeiros, Lima e Bombana (2002), mostraram que os instrumentos de aço inoxidável apresentaram destruição na sua superfície de corte já no quarto uso, mesmo em canais radiculares retos. Esse fato não foi evidenciado com tanto destaque neste estudo, muito embora diferenças na metodologia possam interferir nos resultados das duas investigações.

Novas investigações devem ser feitas em relação ao assunto abordado no presente estudo, para que as dúvidas geradas por ele sejam esclarecidas.

## **7 CONCLUSÕES**

A partir dos resultados obtidos frente à metodologia empregada neste estudo, permitiu-se concluir que as limas do sistema rotatório da marca RT Densell® possuem maior capacidade de corte do que às limas do sistema rotatório da marca K3®, a partir de resultados estatisticamente significantes.

Considerando a superfície das lâminas de corte observadas no microscópio, constatou-se que houve maior desgaste nas limas do sistema rotatório RT Densell, embora as diferenças encontradas entre as duas marcas

não tenham sido estatisticamente significantes.

## REFERÊNCIAS

A ERA do plástico. O surgimento do Bakelite e outros plásticos nos EUA durante os anos 20. Breve história de produtos de baquelita inventados antes de 1930. A baquelita e outros plásticos durante os anos 30. Disponível em: <[http://www.britcabrac.com.br/main\\_design\\_02.htm](http://www.britcabrac.com.br/main_design_02.htm) >. Acesso em: 21 de mar. 2006

ANKRUM, M. T.; HARTWELL, G. R.; TRUITT, J. E. K3 Endo, ProTaper, and ProFile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. **J. Endod**, Baltimore, v. 30, n. 4, p. 234-237, Apr. 2004.

AYAR, L. R.; LOVE, R. M. Shaping ability of ProFile and K3 rotary Ni-Ti instruments when used in a variable tip sequence in simulated curved root canals. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 37, n. 9, p. 593-601, Sept. 2004.

BERGMANS, L. et al. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 36, n. 4, p. 288-295, Apr. 2003.

BORGES, T. F. **Avaliação da capacidade de corte de limas de seção reta transversal quadrangular e triangular em liga de aço inoxidável.** 2005. 75 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Departamento de Odontologia, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2005.

CLARO, F. A. E. **Avaliação de desempenho de limas endônticas de níquel-titânio após tratamento de superfície.** 2004. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté. Taubaté, 2004.

CHOW, D.Y. et al. An in vitro comparison of the rake angles between K3 and ProFile endodontic file systems. **J. Endod.**, Oxford, v. 31, n. 3, p. 180-200, Mar. 2005

FRANCO, R. C. **Capacidade de corte da lima FI exofile usada manualmente e acoplada ao sistema rotatório Endo-Gripper em canais simulados.** 2005. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Departamento de Odontologia, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2005.

GAMBILL, J. M.; ALDER, M.; DEL RIO, C. E. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. **J. Endod.**, Baltimore, v. 22, n. 7, p. 369-375, July 1996.

GONZALEZ-RODRIGUEZ, M. P.; FERRER-LUQUE, C. M. A comparison of Profile, Hero 642 and K3 instrumentation Systems in teeth using digital imaging analysis. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, Saint Louis, v. 97, n.1, p. 112-115, Jan. 2004.

GUELZOW, A. et al. Comparative study of six rotary nickel–titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 38, n. 10, p. 743-752, Oct. 2005.

HAÏKEL, Y. et al. Measurement of cutting efficiency of endodontic instruments: a new concept. **J. Endod.**, Baltimore, v. 22, n. 12, p. 651-656, Dec. 1996.

HENNEQUIN, M.; ANDRE, J. F.; BOTTA, G. Dentin removal efficiency of six endodontic Systems: a quantitative comparison. **J. Endod.**, Baltimore, v. 18, n. 12, p. 601-604, Dec. 1992.

INTERLICHE, R. **Influência dos instrumentos Hero Apical na capacidade de limpeza em canais com achatamento méso - distal.** 2005. 71 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2005.

JAMES, H. et al. Cyclic fatigue of three types of rotary nickel- titanium files in a dynamic model. **Endod. J.**, Oxford, v. 32, n. 1, p. 55-57, Jan. 2006.

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

JOHN, T. L. et al. Variability of the diameter and taper of size #30, 0.04 nickel – titanium rotary files. **Endod. J.**, Oxford, v. 32, n. 12, p. 1171-1173, Dec. 2006.

KOSA, D. A., MARSHALL, G., BAUNGARTNER, J. C. An analysis of canal centering using mechanical instrumentation techniques. **J. Endod.**, Baltimore, v. 25, n. 6, p. 441-445, June 1999.

KUM, K. Y.; KAZEMI, R. B.; CHA BY, Z. Q. Smear layer production of K3 and ProFile Ni-Ti rotary instruments in curved root canals: a comparative SEM study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, Saint Louis, v. 101, n. 4, p. 536-541, Apr. 2006.

LAGE-MARQUES, J. L.; ANTONIAZZI, J. H. Técnica endodôntica. Versão Eletrônica da Técnica de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. [CD-ROM]. São Paulo: Ajna Interactive, 2002.

LOPES, H.; SIQUEIRA JÚNIOR, J. F. **Endodontia: Biologia e técnica.** Rio de Janeiro: Editora Médica e Científica, 1999.

MARTÍN, B. et al Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 36, n. 4, p. 262-263, Apr. 2003.

MEDEIROS, J. M. F. et al. Eficiência de corte de lima de secção triangular usada manualmente e acoplada ao sistema rotatório Endo-Gripper. **Publicatio UEPG. Ciências Biológicas e da Saúde**, Ponta Grossa, v. 12, n. 4, p. 41-50,

Apr. 2006.

MEDEIROS, J. M. F. et al. Morfologia da preparação de canais radiculares curvos com limas flex-r manual e acoplada ao sistema Endo-Gripper. **Saúde Oral. Revista Profissional de Estomatologia e Medicina Dentária**, Lisboa, v. 50, n. 4, p. 52-62, Mar. 2006.

MEDEIROS, J. M. F.; LIMA, J. P.; BOMBANA, A. C. Analysis by scanning electron microscopy of the cutting surface changes on endodontics files according two methods for sterilizing and number of use. **Act Report/Brazilian Synchrotron Light Laboratory**, Campinas, v. 6, p. 267-268, 2002.

MEDEIROS, J. M. F.; SIMI JUNIOR, J.; RISSO, V. A. Estudo comparativo mediante pesagem de duas técnicas de preparo de canais radiculares curvos com um tipo de instrumento endodôntico. **Rev. Odontol. UNAERP**, Ribeirão Preto, v. 3, n. 3, p.11-16, Mar. 2000.

MISERENDINO, L. J. et al. Cutting efficiency of endodontic hand instruments. Part IV: Comparison of hybrid and traditional instruments designs. **J. Endod.**, Baltimore, v. 14, n. 9 p. 451-454, Sept. 1988.

MISERENDINO, L. J. et al. Cutting efficiency of endodontic instruments. Part 1: a quantitative comparison of the tip and fluted region. **J. Endod.**, Baltimore, v. 11, n. 10, p. 435-441, Oct. 1985.

MIYAI, K. et al. Influence of phase transformation on the torsional and bending properties of nickel-titanium rotary endodontic instruments. **Int. Endod J.**, Oxford, v. 39, n. 2, p. 119-26, Feb. 2006.

MORRINSON, S. W.; NEWTON, C. W.; BROWN JÚNIOR, C. E. The effects of steam sterilization and usage on cutting efficiency of endodontic instruments. **J. Endod.** Baltimore, v. 15, n. 9, p. 427-431, 1989.

NAKAMURA, V. C.; LEMOS, E. M.; CALIL, E. Análise morfométrica do preparo de canais curvos com emprego de instrumentos rotatórios com secção transversal em S. Águas de Lindóia São Paulo Painel apresentado no SBPqO, 2005.

O'HOY, P. Y.; MESSER, H. H.; PALAMARA, J. E. The effect of cleaning procedures on fracture properties and corrosion of NiTi files. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 36, n.11, p. 724-732, Nov. 2003.



OVE , A. P.; JAN, O. R.; MICHEL, A. B. Effect of immersion in Sodium Hypochlorite on Torque and Fatigue Resistance of Nickel – Titanium Instruments. **J. Endod.**, Baltimore, v. 33, n. 5, p. 589-93, May 2007

PATINO, P. V. et al. The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. **J. Endod.**, Baltimore, v. 31, n. 2, p. 114-116, Feb. 2005.

PESCE, H. F. **Avaliação comparativa "in vitro", mediante a pesagem de dentes humanos, da eficiência de corte das limas Trifile e Flexofile, segundo o número de uso e o operador.** Contribuição ao Estudo. 1990. 67 f. Tese (Livre Docência em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

PESSOA, O. F. **Resistência à fadiga cíclica de instrumentos rotatórios de Níquel–Titânio em razão do uso.** 2003.111 f. Tese (Doutorado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

PLOTINO, G. et al. Influence of a brushing working motion on the fatigue life of NITI rotary instruments. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 40, n. 1, p. 45-51, Jan. 2007.

PRATI, C. et al. Appearance of the root canal walls after preparation with NiTi rotary instruments: a comparative SEM investigation. **Clin. Oral. Investig.**, Berlin, v. 8, n. 2, p. 102-110, June. 2004.

SCHÄFER, E.; ERLER, M.; DAMMASCHKE, T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 39, n. 3, p. 196-202, Mar. 2006.

SCHÄFER, E.; ERLER, M.; DAMMASCHKE, T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. **Int Endod. J.**, Baltimore, v. 39, n. 3, p. 203 -212, Mar. 2006.

SCHÄFER, E.; FLOREK, H. Efficiency of rotary nickel–titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. **Int Endod. J.**, Oxford, v. 36, n. 3, p. 199-207, Mar. 2003.

SCHÄFER, E.; SCHLINGEMANN, R. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. **Int Endod. J.**, Baltimore, v. 36, n. 3, p. 208-217, Mar. 2003.

SCHÄFER, E.; VLASSIS, M. Comparative investigation of two rotary nickel – titanium instruments : Protaper versus Race. Part 2. Cleaning effectiveness and Shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. **Int. Endod. J.**, Oxford Gottenborg, v. 37, n. 4 p. 239–48, Apr. 2004.

SILVA, E. A. B. **Avaliação comparativa da capacidade e perda de corte de limas K de aço inoxidável (Flexofile) e de níquel-Titânio(Nitiflex)**. 2001. 80 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Departamento de Odontologia, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2001.

SOUZA, V. Eficiência de corte alguns tipos de limas endodônticas. **Rev. Ciências Odontol.** Araçatuba, v. 1, n.1, p. 65-74, Mar. 1998.

SZEP, S. et al. Preparation of severely curved simulated root canals using engine-driven rotary and conventional hand instruments. **Clin. Oral Investig**, Berlim, v. 5, n.1, p. 17-25, Mar. 2001.

TEPEL, J.; SCHAFFER, E. Endodontic hand instruments: cutting efficiency, instrumentation of curved canals, bending and torsional properties. **Endod. Dent. Traumat.**, Copenhagen, v.13, n. 5, p 201-210, May 1997.

TEPEL, J.; SCHAFFER, E.; HOPPE, W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 1. Cutting efficiency. **J. Endod.**, Baltimore, v. 21, n. 8, p. 418-421, Mar. 1995.

TEPEL, J.; SCHAFFER, E.; HOPPE, W. Root canal instruments for manual use: cutting efficiency and instrumentation of curved canals. **J. Endod.**, Baltimore v. 8, n. 2, p. 68-76, Aug 1995.

TROIAN, C. H. et al. Deformation and fracture of RaCe and K<sup>3</sup> endodontic instruments according to the number of uses. **Int. Endod. J.**, Oxford v. 39, p. 616-625, Aug. 2006.

XU, J. Effect of phenolic resin fluid on the dentin resistance. **Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi**, China, v. 25, n. 6, p. 343-345, Nov. 1990.

YAO, J. H.; SCHWARTZ, S. A.; BEESON, T. J. Cyclic fatigue of three types of rotary nickel-titanium files in a dynamic model. **J. Endod.**, Baltimore v. 32, n. 1, p. 55-7, Jan. 2006.

YGUEL-HENRY, S.; VANNESSON, H.; VON STEBUT, J. High precision, simulated cutting efficiency measurement of endodontic root canal instruments: influence of file configuration and lubrication. **J. Endod.**, Baltimore, v. 16, n. 9, p. 418-422, Sept. 1990.

YOSHIMINE, Y.; ONO, M.; AKAMINE, A. The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. **J. Endod.**, Baltimore, v. 31, n. 5, p. 373-375, May 2005.

#### APÊNDICE A - Pesos dos blocos de resina fenólica em miligramas

Primeira caixa da RT Densell					
Blocos	1	2	3	4	5
Peso 1	102698	83930	66146	75868	78746
Peso 2	102567	83826	66027	75767	78645
Diferença	131	104	119	101	101

Primeira caixa da K3					
Blocos	26	27	28	29	30
Peso 1	79218	64880	73098	75148	61261
Peso 2	79114	64771	72997	75048	61203
Diferença	104	109	101	100	58

556

472

Segunda caixa da RT Densell					
Blocos	6	7	8	9	10
Peso 1	64223	63598	59327	89662	82088
Peso 2	64081	63422	59116	89514	81979
Diferença	142	176	211	148	109

786

Segunda caixa da K3					
Blocos	31	32	33	34	35
Peso 1	86589	76290	76715	79888	90778
Peso 2	86481	76195	76653	79776	90658
Diferença	108	95	62	112	120

497

Terceira caixa da RT Densell					
Blocos	11	12	13	14	15
Peso 1	65030	62281	77524	66829	73656
Peso 2	64848	62096	77417	66706	73575
Diferença	182	185	107	123	81

678

Terceira caixa da K3					
Blocos	36	37	38	39	40
Peso 1	79078	80127	71832	79555	77602
Peso 2	78960	79999	71765	79446	77475
Diferença	118	128	67	109	127

549

Quarta caixa da RD Densell					
Blocos	16	17	18	19	20
Peso 1	63350	62372	62117	62005	61788
Peso 2	63169	62217	61952	61839	61718
Diferença	181	155	165	166	70

737

Quarta caixa da K3					
Blocos	41	42	43	44	45
Peso 1	70806	76964	74486	78583	68718
Peso 2	70701	76905	74389	78480	68624
Diferença	105	59	97	103	94

458

Quinta caixa da RD Densell					
Blocos	21	22	23	24	25
Peso 1	68349	86013	82996	79751	76498
Peso 2	68103	85898	82885	79675	76431
Diferença	246	115	111	76	67

615

Quinta caixa da K3					
Blocos	46	47	48	49	50
Peso 1	76089	70611	73372	86404	78570
Peso 2	76005	70544	73294	86313	78436
Diferença	84	67	78	91	134

454

## APÊNDICE B - Escores atribuídos pelos examinadores

Avaliador A				
Escore RT Densell	0	1	2	3

<b>Lima 1</b>				<b>X</b>
<b>Lima 2</b>				<b>X</b>
<b>Lima 3</b>		<b>X</b>		
<b>Lima 4</b>				<b>X</b>
<b>Lima 5</b>		<b>X</b>		
<b>Escore K3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Lima1</b>				<b>X</b>
<b>Lima 2</b>				<b>X</b>
<b>Lima 3</b>			<b>X</b>	
<b>Lima 4</b>		<b>X</b>		
<b>Lima 5</b>		<b>X</b>		

<b>Avaliador B</b>				
<b>Escore RT Densell</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Lima 1</b>				<b>X</b>
<b>Lima 2</b>			<b>X</b>	

<b>Lima 3</b>			<b>X</b>	
<b>Lima 4</b>			<b>X</b>	
<b>Lima 5</b>				<b>X</b>
<b>Escore K3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Lima1</b>				<b>X</b>
<b>Lima 2</b>				<b>X</b>
<b>Lima 3</b>			<b>X</b>	
<b>Lima 4</b>		<b>X</b>		
<b>Lima 5</b>	<b>X</b>			

<b>Avaliador C</b>				
<b>Escore RT Densell</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Lima 1</b>				<b>X</b>
<b>Lima 2</b>				<b>X</b>

<b>Lima 3</b>			<b>X</b>	
<b>Lima 4</b>			<b>X</b>	
<b>Lima 5</b>				<b>X</b>
<b>Escore K3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Lima1</b>				<b>X</b>
<b>Lima 2</b>				<b>X</b>
<b>Lima 3</b>				<b>X</b>
<b>Lima 4</b>	<b>X</b>			
<b>Lima 5</b>	<b>X</b>			

Autorizo a divulgação e reprodução total ou parcial desta obra, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo ou pesquisa, desde que citada a fonte.

---

29 de julho de 2007



