Breaking of Endodontic Instruments

Fratura de Instrumentos Endodônticos

Avaliação da Quantidade de Voltas Realizadas Antes da Fratura de Instrumentos Rotatórios de Níquel-Titânio - Influência da Conicidade, Marca e Calibre.

- Etevaldo Matos Maia Filho
Doutor em Endodontia UNESP/Araraquara/SP, Professor de Endodontia da FO/S. Luiz/MA (UNICEUMA).
- Cláudia de Castro Rizzi
Especialista em Endodontia UNESP/ Araraquara/SP, Professora de Endodontia da FO/S. Luiz/MA (UNICEUMA).
- Idomeo Bonetti Filho
Professor Adjunto do Departamento de Odontologia Restauradora, área de Endodontia, da FO/Araraquara/UNESP.
- Erick Miranda Souza
Mestre em Endodontia UNESP/Araraquara/ SP, Professor de Endodontia da FO/S. Luiz/MA (UNICEUMA).
- Luís Geraldo Vaz
Professor adjunto de Materiais Dentários FO/Araraquara/UNESP.
- Kleber Cortês Bonifácio
Mestre em Endodontia UNESP/Araraquara/ SP.

INTRODUÇÃO

Após anos de relativa mudança em torno das propriedades da liga utilizada na fabricação de instrumentos endodônticos, em 1988 Walia et al. (1) avaliaram as propriedades físicas dos primeiros instrumentos fabricados a partir das ligas de níquel-titânio, concluindo que limas de nitinol número 15, foram duas ou três vezes mais flexíveis e apresentaram superior resistência à fratura por torção comparadas às limas de aço inoxidável do mesmo calibre, fabricadas pelo mesmo processo.

A liga de níquel-titânio possui duas características de relevância clínica, chamadas de "memória de forma" e "superelasticidade". Essas propriedades ocorrem em função do estresse e da temperatura.

Além dessas propriedades, as limas de níquel-titânio podem ser usadas por mais vezes (2), apresentam ainda boa compatibilidade biológica (3), resistência à corrosão (4) e suas propriedades torcionais permanecem inalteradas por procedimentos de esterilização (5).

Em virtude de todas as propriedades favoráveis da liga de níquel-titânio, começou-se a fabricar instrumentos em larga escala, empregados em movimentos rotatórios contínuos através de motores elétricos ou a ar.

Esses motores oferecem velocidade constante entre 150 a 350rpm's. Alguns oferecem também, controle automático de torque, possibilitando a parada do instrumento automaticamente ao atingir seu limite de resistência, que pode ser pré-determinado em alguns aparelhos (6).

As normas 3630/1 da ISO-FDI (7) e a 28 e 58 da ANSI/ADA (8) regulamentam que as conicidades dos instrumentos devem obedecer a um padrão de 0,02mm/mm.

Com o intuito de maximizar a eficiência de corte minimizando a superfície de contato dos instrumentos, levou ao desenvolvimento de limas com variações de conicidades. Dessa forma, as limas passaram a ser fabricadas com diferentes conicidades desobedecendo aquelas preconizadas pela ISO e ANSI/ADA.

No momento, existe um elevado número de sistemas que utilizam limas de níquel-titânio com variação de conicidades e acionadas a motor a uma baixa velocidade. No entanto, a maior preocupação em relação a esses instrumentos, sem dúvida, é a sua fratura durante o uso clínico, pois usualmente esse tipo de instrumento pode fraturar sem nenhuma evidência visível. Assim, há necessidade de se conhecer a resistência à fratura de tais instrumentos, através de testes físicos, para que possamos oferecer ao clínico, informações a respeito do risco de fratura considerando o número, a conicidade e a marca do instrumento utilizado.

Para mensurar a resistência à fratura dos instrumentos pode-se adotar como parâmetros o torque máximo, ângulo de rotação medidos no momento da fratura dos instrumentos. No nosso trabalho levamos em consideração o número de voltas do

Os AA analisam a resistência à fratura de instrumentos endodônticos de níquel-titânio acionados a motor.

CONTATO C/AUTOR:
E-mail: maia125@bol.com.br
DATA DE RECEBIMENTO:
Agosto/2004
DATA DE APROVAÇÃO:
Fevereiro/2005

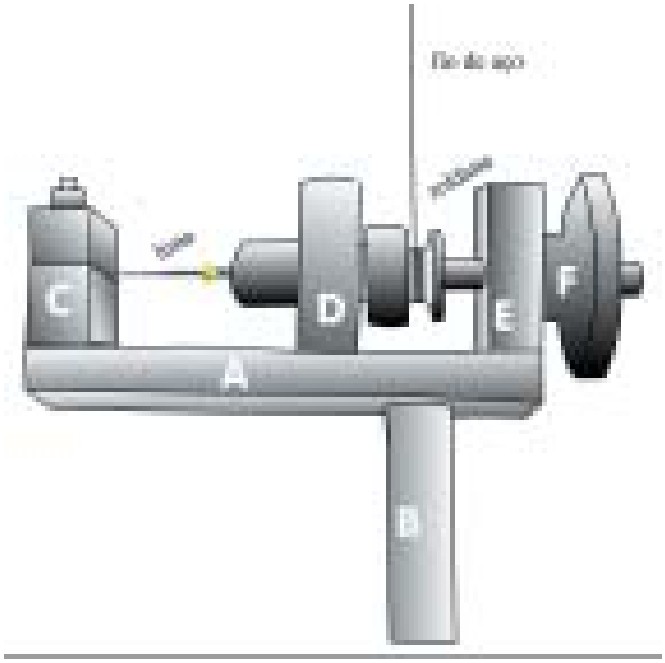


Fig. 1 - Dispositivo utilizado para realização dos testes.

instrumento até o momento da fratura.

O objetivo deste trabalho foi analisar comparativamente a resistência à fratura de instrumentos de níquel-titânio acionados a motor considerando a quantidade de voltas que o instrumento realizava antes da fratura, verificando, a influência da conicidade, da marca e do calibre dos instrumentos na resistência à fratura à torção.

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados duzentos e quarenta instrumentos de níquel-titânio, acionados a motor, com 25mm de comprimento, das marcas Profile (Dentsply/Maillefer –Suíça) e Pow-R (Moyco Union Broach – EUA). Foram utilizados os números 15, 20, 25, 30, 35 e 40, sendo que nos grupos das limas Pow-R, as conicidades foram 0.02 e 0.04, enquanto que nos grupos das limas Profile foram de conicidades 0.04 e 0.06, distribuídas da seguinte forma: Grupo I: Pow-R 0.02; Grupo II: Pow-R 0.04; Grupo III: Profile 0.04 e Grupo IV: Profile 0.06.

Por meio do emprego do Perfilômetro foi realizada uma avaliação para averiguar o padrão de conicidade dos instrumentos, verificando que eles se apresentavam dentro de um padrão aceitável de variação. Além disso, não foram observados defeitos na superfície e no ângulo de corte dos instrumentos.

Para a análise quanto a quantidade de voltas até a fratura, os instrumentos foram submetidos ao ensaio de torção utilizando um dispositivo, que empregava rotação no sentido horário. Esse dispositivo era conectado a uma máquina de ensaios mecânicos (MTS – Material Test System) que permitia determinar a quantidade de voltas de cada lima até ocorrer à fratura. Tal dispositivo foi confeccionado de acordo com a metodologia de Seto et al. (1990) (9).

Realização dos testes

Depois de fixada a haste inferior (Fig. 1B) do dispositivo à máquina de ensaio, o cabo da lima a ser testada era fixado ao orifício presente na haste vertical que atravessava a coluna D e E (Fig. 1) e ajustado com auxílio de parafusos, de forma que, três milímetros da ponta da lima ficassem sobre a parte inferior da coluna C (bipartida horizontalmente), de acordo com as recomendações da ANSI/ADA.

Tabela 1 - Valores médios e desvios padrão de voltas antes da fratura dos diversos números relativos aos quatro Grupos estudados, com as respectivas médias das médias.

	Número						
	15	20	25	30	35	40	Média
GI	1.66 (0.59)	2.35 (0.76)	1.84 (0.68)	2.52 (0.49)	3.51 (0.53)	3.42 (0.84)	*2.55*
GII	2.14 (0,53)	1.17 (0.25)	1.21 (0.53)	1.90 (0.55)	3.15 (0.46)	2.67 (0.58)	*2.04*
GIII	0.34 (0.15)	0.97 (0.30)	1.57 (0.72)	1.41 (0.30)	2.13 (0.48)	1.73 (0.32)	*1.36*
GIV	0.88 (0.39)	1.02 (0.34)	0.82 (0.29)	1.19 (0.49)	0.88 (0.15)	0.73 (0.19)	*0.92*
Média	*1.25*	*1.38*	*1.36*	*1.76*	*2.42*	*2.14*	

Logo depois, a extremidade do fio era conectada à célula de carga superior e o fio era esticado, com auxílio da circunferência (Fig. 1F). Os 3mm da ponta da lima eram presos à coluna C (bipartida), juntando as duas partes com auxílio de parafusos (Fig. 1C).

Então a máquina de ensaio era zerada através de um painel de controle acoplado à mesma, e acionada, puxando o dispositivo para baixo a uma velocidade de 45,21mm/min, de forma que, havia um desenrolamento do fio de aço, fazendo com que a lima realizasse movimento de rotação de 2rpm (seguindo a especificação da ANSI/ADA).

Durante o ensaio, automaticamente, o deslocamento do dispositivo era registrado em um computador ligado à máquina de ensaio, através de um gráfico força versus deslocamento (Fig 5). Após a fratura do instrumento era possível saber o deslocamento necessário para que o instrumento sofresse fratura. O valor do deslocamento era convertido em voltas antes de ocorrer à fratura, seguindo a fórmula: VOLTAS = DESLOCAMENTO X COMPRIMENTO DA CIRCUNFERêNCIA DA ROLDANA.

Sabendo-se que o valor do raio da roldana era de 0,36cm, foi calculado o valor do comprimento da circunferência seguindo a fórmula C=2pR e esses valores foram analisados estatisticamente, utilizando um teste paramétrico (Análise de Variância).

RESULTADOS

Na tabela 1 estão apresentadas às médias de voltas junto com o seu desvio padrão e as médias das médias, obtidas com limas de números 15, 20, 25, 30, 35 e 40, respectivamente, para o sistema Power-R de conicidades 0.02 (Grupo I) e 0.04 (Grupo II) e para o sistema Profile de conicidades 0.04 (Grupo III) e 0.06 (Grupo IV).

Os procedimentos da análise estatística de variância foram aplicados para avaliar às médias de voltas, primeiro para cada número separadamente e depois para cada grupo de lima entre os diversos números. Os valores de F de Snedecor relativos a esta análise estão nas tabelas 2 e 3 respectivamente. Todos foram significativos ($p<0,05$), a maioria altamente significativa ($p<0,001$), indicando que houve médias muito diferentes. O mais importante então, foi a comparação das médias de voltas duas a duas pelo teste de Tukey. O resultado desse teste está na tabela 4 e 5.

Na tabela 4, foram escritas letras indicativas da significância entre elas. A comparação das médias entre números iguais pertencentes a grupos diferentes foi feita na coluna pelas letras maiúsculas. Assim, letras iguais na vertical indicam que, ao nível de 5% de significância, não houve evidência estatística

Tabela 2- Teste F da análise de variância para a comparação de limas de Grupos diferentes de um mesmo número, quanto a média de voltas.

Número	F	p
15	32,01	<0,001
20	20,17	<0,001
25	5,78	<0,01
30	15,73	<0,001
35	74,75	<0,001
40	46,02	<0,001

Tabela 3 - Teste F da análise de variância para a comparação de limas de diferentes números em um mesmo Grupo, quanto a média de voltas.

Grupo	F	p
I	13,741	<0,001
II	25,30	<0,001
III	22,43	<0,001
IV	2,45	<0,05

de que as médias correspondentes foram significativamente diferentes. Então, letras diferentes são indicativas de que as médias foram diferentes. A comparação de médias de voltas de limas de números diferentes em um mesmo, foi realizada de maneira análoga, na tabela 5, através das letras minúsculas.

Os gráficos foram colocados logo abaixo das tabelas 4 e 5 para uma melhor comparação. No gráfico 1 estão os valores relativos à média de voltas de limas dos variados Grupos distribuídas entre os números 15, 20, 25, 30, 35 e 40. No gráfico 2 estão os valores relativos à média de voltas de limas de variados números distribuídas entre os grupos I, II, III e IV.

DISCUSSÃO

Ao contrário dos instrumentos de aço inoxidável, os instrumentos de níquel-titânio têm boa resistência à fratura, mas podem fraturar com pouca ou nenhuma evidência visível, de forma inesperada, sem prévia deformação permanente e aparentemente dentro do limite de elasticidade (10). Nesse caso, a inspeção visual não é um método de avaliação confiável quando se usa instrumento de níquel-titânio. Muitas vezes a emissão de um som de "click" é o único sinal antes de haver a fratura (11).

Alguns fatores podem afetar a resistência à torção das limas endodônticas. Por exemplo, o modo de fabricação (9), o raio de curvatura do canal radicular, assim como, a velocidade de rotação (10, 12).

Sendo assim, para se realizar um estudo da resistência à fratura de limas endodônticas, foram feitas padronizações para evitar que fatores interferissem no resultado. Neste trabalho, foi utilizado um dispositivo o qual foi acoplado a uma máquina de ensaios mecânicos, que permitiu monitoração da quantidade de voltas antes da fratura do instrumento. O dispositivo foi confeccionado levando em consideração a especificação número 28 da ANSI/ADA (8). Dispositivo semelhante foi utilizado por Seto et al. (1999) (9).

Com relação à marca, as limas da marca Pow-R, em geral, foram estatisticamente superiores quando comparadas às médias de voltas necessárias para levar os instrumentos à fratura. A diferença entre o Grupo I e o Grupo IV pode ser justificada pela diferença de conicidade (0,02-0,06), mas essa mesma justificativa não pode ser atribuída quando comparamos os Grupo II e Grupo III, pois se tratavam de instrumentos com a mesma conicidade (0,04). Então, podemos concluir que em geral, os instrumentos da marca Pow-R necessitaram de um número maior de voltas antes de ocorrer a fratura do que os instrumentos da marca Profile.

Os instrumentos endodônticos de níquel-titânio acionados a motor empregados neste estudo são fabricados a partir da usinagem de uma haste metálica cônica de níquel-titânio com secção reta transversal redonda, sendo que os da marca Pow-R, apresentam secção transversal reta de forma triangular com três dentes cortantes e os da marca Profile, com secção reta transversal de forma triangular modificada com aspecto de "U" ou "tríplice U" (6). A configuração das limas Pow-R incorpora menos massa metálica, este fato contribuiu para um melhor desempenho desta marca.

Outro aspecto em relação à morfologia dos instrumentos avaliados, é que o instrumento da marca Profile possui ângulo helicoidal maior que as limas da marca Pow-R, fazendo com que o número de lâminas de corte desses instrumentos seja em maior número, permitindo que as limas Profile não tivessem espaço para o desenrolamento até ocorrer a fratura. Esse fato foi visualizado clinicamente, quando percebemos que as limas da marca Pow-R apresentavam-se, em maior número, com reversão das lâminas junto aos pontos de fratura, enquanto que nas limas Profile as fraturas se apresentam de maneira abrupta. Tal fato contribuiu para que o número de voltas antes da fratura nos instrumentos Profile fosse menor que nos instrumentos Pow-R.

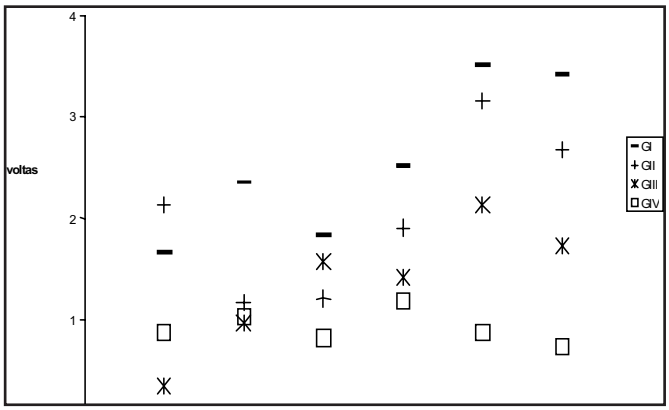
A composição química dos instrumentos não influenciou nos resultados, pois segundo Dametto et al. (2000) (13) a composição de ambos os tipos são semelhantes.

Em relação à conicidade dos instrumentos verificou-se uma relação inversa entre esse item e a quantidade de voltas antes da fratura, ou seja, quando aumentava a conicidade diminuía o número de voltas. Essa diferença foi maior quando foi comparado o grupo I (0,02) com os Grupo III e IV (0,04 e 0,06) e o Grupo II (0,04) com o grupo III e IV, constatando que a diferença foi maior quando comparamos instrumentos de marcas diferentes, o que nos fez deduzir que, o aumento da conicidade de 0,02 dentro de uma mesma marca, não diminuiu significativamente a quantidade de voltas antes da fratura, no entanto houve diferença significante quando foram comparados instrumentos de conicidades diferentes em grupos de marcas diferentes.

De um modo geral, para os diferentes números independentes do grupo a que pertenciam houve um aumento, em média, do número de voltas com o aumento do calibre do instrumento (Tabela 1). O que vem corroborar que a incorporação de massa metálica no instrumento aumenta sua resistência à fratura. Tal resultado está de acordo com os resultados de Canalda-Sahli et al. 1996 (14), Seto et al. (1996) (9) e Sattapan et al. (2000) (15), quando constaram que a resistência à fratura dos instrumentos aumentava proporcionalmente ao seu número.

Em relação à quantidade de voltas até a fratura de

Gráfico 1 - Valores relativos à média de voltas de limas de variados Grupos distribuídas entre os números 15, 20, 25, 30, 35 e 40.



instrumentos, independente do número pertencente a grupos diferentes, ocorreu o decréscimo no número de voltas, ou seja, GI>GII>GIII>GIV, o que faz que concluamos que tanto o aumento da conicidade quanto o tipo de instrumento, Pow-R ou Profile, influenciaram na quantidade de voltas antes da fratura.

Na escolha de um instrumento endodôntico, devemos levar em consideração alguns fatores, como por exemplo, o calibre, a conicidade e a marca dos instrumentos, fatores estes que foram determinantes na resistência à fratura dos instrumentos quando submetidos, neste trabalho, aos ensaios de torção.

Devemos dar preferência para motores que seja possível a seleção do torque, devendo esse ser sempre menor que o limite de resistência à fratura por torção dos instrumentos. Além disso, durante a instrumentação deve-se ter atenção redobrada quando da utilização de limas com pequeno calibre e grande conicidade, fatores que foram determinantes na diminuição do número de voltas antes da fratura.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar comparativamente a resistência à fratura de instrumentos de níquel-titânio acionados a motor, levando-se em consideração a quantidade de voltas que o instrumento realizava antes da fratura verificando, a influência da conicidade, da marca e do calibre dos instrumentos. Foram utilizados duzentos e quarenta instrumentos de níquel-titânio, acionados a motor, com 25mm de comprimento, das marcas Profile (Dentsply/Maillefer – Suíça) e Pow-R (Moyco Union Broach – EUA) nos números 15, 20, 25, 30, 35 e 40, distribuídas nos Grupo I: Pow-R 0.02; Grupo II: Pow-R 0.04; Grupo III: Profile 0.04 e Grupo IV: Profile 0.06. Os instrumentos foram submetidos ao ensaio de torção utilizando um dispositivo que empregava rotação no sentido horário. Esse dispositivo era conectado a uma máquina de ensaios mecânicos (MTS – Material Test System) que permitia determinar a quantidade de voltas de cada lima até ocorrer à fratura. Os valores foram analisados estatisticamente, utilizando um teste paramétrico (Análise de Variância). De um modo geral, para os diferentes números, independentes do grupo a que pertenciam, houve um aumento, em média, do número de voltas com o aumento do calibre do instrumento. Em relação a conicidade dos instrumentos verificou-se uma relação inversa entre esse item e a quantidade de voltas antes da fratura, quando se aumentava a conicidade diminuía a quantidade de voltas. Os instrumentos da marca Pow-R, em geral, foram estatisticamente superiores.

Palavras-Chave: Instrumentação endodôntica rotatória, instrumentos de níque-titânio, resistência a fratura.

Tabela 4. Comparação de médias de voltas duas a duas pelo teste de Tukey (letras iguais: indicam que as médias não são estatisticamente diferentes a um nível menor do que 5%). Comparação na VERTICAL de um mesmo número em grupos diferentes.

	15	20	25	30	35	40
GI	A	A	A	A	A	A
GII	A	B	AB	B	A	A
GIII	B	B	A	BC	B	B
GIV	B	B	B	C	C	C

ABSTRACT

The main of this work was to compare the breaking resistance of nickel-titanium instruments engine set in motion, considering the amount of returns that the instrument carried through before the breaking, verifying the influence of taper, the trademark and the size of the instruments. Two hundred and forty nickel-titanium instruments were used, with 25mm of length, of the trademarks Profile (Dentsply/Maillefer - Switzerland) and Pow-R (Moyco Union Broach - U.S.A.) numbers 15, 20, 25, 30, 35 and 40, distributed in Group I: Pow-R .02; Group II: Pow-R .04; Group III: Profile .04 and Group IV: Profile .06. The instruments had been submitted to the torsional assay using a device that used rotation in the clockwise one. This device was connected to a machine of mechanical assays (MTS - Material Test System) that it allowed to determine the amount of returns of each file until occurring the breaking. The values had been statistical analyzed, using a parametric test (Analysis of Variance). In a general way, for the different numbers, independent of the group, had an increase, in average, of the number of returns with the increase of the caliber of the instrument. In relation to the taper of the instruments it was verified an inverse relation between this item and the amount of returns before the breaking i.e., the more the increase of the taper the lower the amount of returns. The instruments of the Pow-R trademark, in general, had been statistically superior.

Key Words: Rotatory endodontic instrumentation, nickel
-titanium files, breaking resitance.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WALIA, H.; BRANTLEY, W.A.; GERSTEIN, H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. **J. Endod., Baltimore,** v.14, n. 7, p.346, 1988.

2. BONETTI FILHO, I.; ESBERARD, R. M.; LEONARDO, R.T.; DEL RIO, C. E. Microscopic evaluation of three endodontic files pre and pos instrumentation. **J. Endod., Baltimore**, v.24, n. 7, p.461-464, July. 1998.

3. CASTLEMAN, L.S.; MOTZZKIN, S.M.; ARICANDRI,

Gráfico 2 - Valores relativos à média de voltas de limas de variados números distribuídas entre os grupos I, II, III e IV.

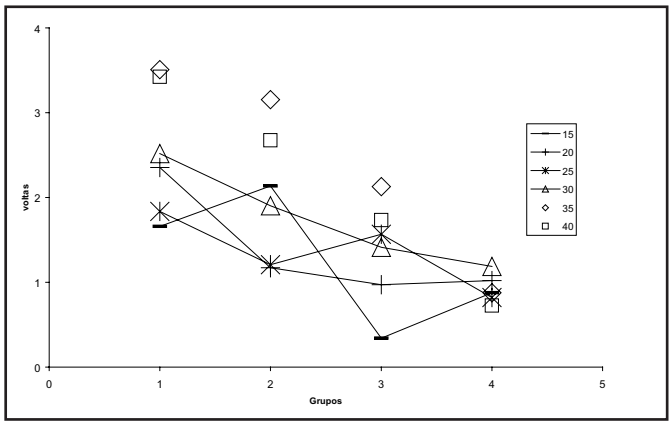


Tabela 5. Comparação das médias de voltas duas a duas pelo teste de Tukey (letras iguais: indicam que as médias não são estatisticamente diferentes a um nível menor do que 5%. Comparação na VERTICAL de um mesmo grupo de números diferentes.

	GI	GII	GIII	GIV
15	**a**	**ab**	**a**	**ab**
20	**a**	**c**	**b**	**ab**
25	**a**	**c**	**c**	**ab**
30	**a**	**b**	**bc**	**a**
35	**b**	**d**	**d**	**ab**
40	**b**	**ad**	**cd**	**b**

F.P.; BONAWIT, V.L.; JOHNSON, A.A. Biocompatibility of Nitinol alloy as an implant material. **J. Biomed. Mater. Res**., v.10, p.695-731, 1976.

4. STOKES, O.W.; DI FIORE, P.M.; BARSS, J.T.; KOERBER, A., GILBERT, J.L.; LAUTENSCHLAGER, E.P. Corrosion in stainless-steel and nickel-titanium files. **J. Endod., Baltimore**, v.25, n. 1, p.17-20, Jan. 1999.

5. HILT, B.R.; CUNNINGHAM, C.J.; SHEN, C., RICHARDS, N. Torsional properties of stainless-steel and nickel-titanium files after multiple autoclave sterilizations. **J. Endod., Baltimore**, v. 26, n. 2, p.76-80, Feb. 2000.

6. LEONARDO, M.R.; LEONARDO, R.T. **Sistemas rotatórios em Endodontia: instrumentos de níquel-titânio.** São Paulo: Artes Médicas, 2001. 400p.

7. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION. **Dental root canal instruments**. ISO/DIS 3630.1, 1992.

8. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. **Revised American National Standards Institute. Specification No.28 for root canal files and reamers, type K**. New York: American National Standards Institute, 1988.

9. SETO, B. G.; NICHOLLS, J. I.; HARRINGTON, G. W. Torsional properties of twisted and machined endodontic files. **J. Endod., Baltimore**, v.16, n.8, p. 355-360, Aug. 1990

10. GABEL, W. P.; HOEN, M.; STEIMAN, H. R.; PINK, F. E.; DIEZT, R. Effect of rotational speed on nickel-titanium file distortion. **J. Endod., Baltimore**, v.25, n. 11, p.752-754, Nov. 1999.

11. PRUETT, J. P.; CLEMENT, D. J.; CARNES, D. L. Cyclic fatique testing of nickel-titanium endodontic instruments. **J. Endod., Baltimore**, v.23, n. 2, p. 77-85, Feb. 1997.

12. DIETZ, D.B.; DIFIORE, P.M.; BAHCALL, K.K.; LAUTENSCHLAGER, E.P. Effect of rotational speed on breakage of nickel-titanium rotary files. **J. Endod., Oxford,** v.26, n. 2, p.68-71, Feb. 2000.

13. DAMETTO, F. R.; TANOMARU FILHO, M.; BONIFÁCIO, K. C.; MAIA FILHO, E. M.; GODOI R. H . M. Composição química das limas de Ni-Ti. Microanálise em EDX e SEM. **Br. Oral Res.**, São Paulo, v.14, p. 107. 2000.

14. CANALDA-SAHLI, C.; BRAU-AGUADÉ, E.; BERÁSTEGUI-JIMENO, E. A comparison of bending and torsional properties of K-files manufactured with diferent metalic alloys. **Int. Endod. J., Oxford**, v.29, p.185-189, 1996.

15. SATTAPAN, B.; PALAMARA, J.A.; MESSER, H.H. Torque during canal instrumentation using rotary nickel-titanium files. **J Endod., Baltimore**, v.26, n.3, p.156-160, Mar. 2000.