

Desgaste dos instrumentos K3 e ProTaper após simulação de uso clínico em canais curvos

Wear of K3 and ProTaper files after simulated clinical use in curved canals

Marília Fagury Videira MARCELIANO-ALVES¹
 Mariana Diniz Bisi dos SANTOS¹
 Patrícia de Almeida Rodrigues SILVA E SOUZA²

RESUMO

Objetivo: Avaliar o desgaste, após simulação de uso clínico, de instrumentos K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) e ProTaper (Dentsply-Maillefer, Tulsa, Oklahoma, EUA) em 46 raízes mesiovestibulares de primeiros molares superiores humanos, recém-extraídos e com angulação média de 40°.

Métodos: Os dentes foram divididos em: a) K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) (com bandas radiais) e b) ProTaper (Dentsply-Maillefer, Tulsa, Oklahoma, EUA) (sem bandas radiais). Os instrumentos foram avaliados em microscopia eletrônica de varredura antes do primeiro uso, para visualização de defeitos de fabricação, após 7 e 13 ciclos de instrumentação nos canais. A instrumentação foi realizada de acordo com as recomendações do fabricante, sendo K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) e Protaper (Dentsply-Maillefer, Tulsa, Oklahoma, EUA). Os critérios para avaliação de desgaste foram: defeitos (estiramento, encurtamento/ inversão das espiras, presença de crateras), trincas oblíquas e fratura. Após a avaliação em microscopia eletrônica de varredura antes do uso, foram constatadas em todos os instrumentos, farpas metálicas na crista das espiras e ranhuras oblíquas provenientes do processo de usinagem.

Resultados: Após sete usos, no sistema K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA), todos os instrumentos apresentaram defeitos nos ângulos de corte e, 25/08 e 25/10 apresentaram trincas oblíquas no corpo da parte ativa levando à fratura dúctil desta última após o oitavo uso. No sistema ProTaper (Dentsply-Maillefer, Tulsa, Oklahoma, EUA), em sete usos, além de defeitos nos ângulos de corte, os instrumentos também apresentaram trincas, e a fratura rúptil ocorreu em F3 no 13º uso. Ao final do preparo foram observadas crateras ao longo da parte ativa dos instrumentos.

Conclusão: Na análise final, foi evidenciado que os sistemas se equivalem quanto aos defeitos encontrados, independentemente do desenho da parte ativa, sendo proporcionais à quantidade de ciclos de uso, e que estes defeitos podem funcionar como pontos de maior fragilidade, propiciando a fratura.

Termos de indexação: microscopia eletrônica de varredura; endodontia; instrumentação; dente molar.

ABSTRACT

Objective: To assess wear, after simulated clinical use of K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) and ProTaper files (Dentsply-Maillefer, Tulsa, Oklahoma, EUA) in 46 mesiovestibular roots of human maxillary first molars, recently extracted and with mean angulation of 40°.

Methods: The teeth were divided as follows: a) K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) (with radial bands) and b) ProTaper (Dentsply-Maillefer, Tulsa, Oklahoma, EUA) (without radial bands). The files were assessed by scanning electronic microscopy before first use to visualize fabrication defects, and after 7 and 13 cycles of debridement in the canals. Debridement with files K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) and ProTaper (Dentsply-Maillefer, Tulsa, Oklahoma, EUA) was performed in accordance with the manufacturers' recommendations. The criteria for wear assessment were: defects (stretching, shortening/spiral inversion, presence of craters), oblique cracks and fracture. After assessment by SEM and before they were used, metal barbs on the crest of the spirals and oblique scratches due to the machining process were found in all the files.

Results: In the K3 system (SybronEndo, Orange, CA, USA), after being used seven times, all the instruments showed cutting angle defects, and 25/08 and 25/10 had oblique cracks in the body of the active part leading to ductile fracture after being used for the eighth time. In the ProTaper system (Dentsply-Maillefer, Tulsa, Oklahoma, USA), after being used seven times, in addition to cutting angle defects, the files also presented cracks, and ruptile fracture occurred in F3 during use for the thirteenth time. At the end of preparation, craters were seen along the active part of the files.

Conclusion: In the final analysis, it was seen that the system are equivalent with regard to the defects found, irrespective of the active part design, being proportional to the number of cycles of use, and these defects could act as points of greater fragility, favoring fracture.

Indexing terms: microscopy electron scanning; endodontics; instrumentation; molar.

¹ Universidade Federal do Pará, Faculdade de Odontologia. R. Boaventura da Silva, 1644, Umarizal, 66060-060, Belém, PA, Brasil. Correspondência para / Correspondence to: MFV MARCELIANO-ALVES (mmarceliano@hotmail.com).

² Centro Universitário do Pará. Belém, PA, Brasil.

INTRODUÇÃO

As maiores dificuldades na terapia endodôntica ocorrem no preparo do canal radicular devido às complexidades anatômicas e limites de flexibilidade do instrumento, que podem gerar acidentes como degrau, *zip*, transporte apical, fratura do instrumento e perfurações, diminuindo o prognóstico favorável da terapia¹.

No intuito de minimizar tais acidentes, foram propostas modificações tanto na técnica, quanto no fabrico dos instrumentos. Clem² sugeriu o preparo dos três terços radiculares. A região apical deveria ser preparada com instrumentos de menor calibre e maior flexibilidade e os terços médio e cervical poderiam ser mais dilatados, providenciando maior conicidade ao preparo.

Morgan & Montgomery³ sugeriram uma técnica, na qual o preparo segue o sentido coroa-ápice. Os instrumentos, dessa forma, trabalham sem pressão apical, dos mais calibrosos para os de menor calibre.

Os instrumentos apresentavam limitações quanto a seguir o trajeto original do canal devido a pouca flexibilidade. Walia et al.⁴ sugeriram o uso da liga de níquel-titânio para o fabrico de instrumentos endodônticos até então de aço-inoxidável. As características principais eram: elevada flexibilidade e resistência à fratura.

As ligas de níquel-titânio foram desenvolvidas no laboratório de Artilharia Naval da Marinha Americana por Guerisoli⁵ para aplicação em peças e instrumentos dotados de propriedades antimagnéticas e resistência contra corrosão pela água salgada. Receberam o nome genérico de nitinol (acrônimo de *Nickel-Titanium Naval Ordnance Laboratory*).

Instrumentos manuais e rotatórios foram lançados no mercado com o objetivo de garantir um preparo radicular mais seguro e eficaz. McSpadden⁶ apresentou um sistema composto por motor (NT Matic) que utilizava instrumentos de níquel-titânio. Descreveu como vantagens a economia de tempo, a ausência de desvios, a eliminação de detritos pela via coronária, a facilidade de preparo de canais curvos e redução de estresse.

De acordo com o estudo de Guerisoli⁵, devido à dificuldade na microssinagem da liga, o acabamento das limas é muitas vezes grosseiro, com rebarbas, diferente daquelas confeccionadas em aço-inoxidável.

Segundo Eggert et al.⁷, podem ser encontradas irregularidades na superfície de instrumentos novos, sendo estas devidas, provavelmente, às características superelásticas do nitinol. Deve-se considerar também que a manufatura

desses instrumentos é feita por usinagem e os discos de diamantes utilizados para o corte tendem a se tornar ásperos em razão do uso, o que culminaria em deficiências e imperfeições superficiais no instrumento. Pode-se supor então, que tais achados possam influenciar na fratura dos instrumentos.

Serene et al.⁸ correlacionaram as propriedades biológicas, físicas e mecânicas dos instrumentos de níquel-titânio, salientando um tempo de uso por volta de dez ciclos de uso para os menos calibrosos e vinte para os de maior calibre e, por não sofrerem corrosão, apresentam boa biocompatibilidade.

A superelasticidade desses instrumentos não permite sua fabricação por torção, e sim por usinagem, o que pode gerar defeitos prévios ao uso clínico. Eggert et al.⁷ observaram 11 tipos de defeitos relacionados ao uso ou fabricação, avaliando a fadiga nos instrumentos do sistema *Lightspeed*.

Embora com vantagens quanto à modelagem do canal radicular, esses instrumentos sofrem fadiga, podendo levar à fratura do instrumento. Sattapan et al.⁹ realizaram estudo para avaliar o tipo e a frequência de defeitos nos instrumentos rotatórios de níquel-titânio (Sistema Quantec 2000), após seu uso de rotina, sendo avaliados após seis meses de uso clínico. Os instrumentos eram descartados assim que se notava perda de corte, fratura ou deformações.

Svec & Powers¹⁰ realizaram um estudo utilizando instrumentos 20/04 do sistema Profile. Os instrumentos foram avaliados antes do primeiro uso em microscopia eletrônica de varredura (MEV) a fim de observar defeitos de fabricação, e após preparo de molares inferiores com curvatura variando entre 20° e 50°. Na análise em MEV, observou-se que somente um dos instrumentos apresentou defeitos de fábrica e dois outros apresentaram distorção após o primeiro uso não sendo reutilizados. Concluíram que não há como precisar o número de vezes que um instrumento pode ser utilizado antes da fratura, porém devem-se observar possíveis distorções no instrumento para que se tenham parâmetros para o descarte.

Também avaliando deformações e fraturas em instrumentos do sistema K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA), e *Race*, sob MEV, Troian et al.¹¹ instrumentaram 100 canais simulados com 20° ou 40° de curvatura pela técnica coroa-ápice. Cada instrumento foi analisado em MEV, antes e a casa uso, por três observadores. Ao final, concluíram que os instrumentos do sistema *Race* apresentaram maior incidência de defeitos, enquanto os do sistema K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) permaneceram sem defeitos mesmo após o quinto uso.

Diante do exposto, é pertinente verificar as deformações que o Sistema K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) e o Sistema ProTaper (Dentsply-Maillefer, Tulsa, Oklahoma, EUA) sofrem em função do uso. Para tal, pretende-se avaliar em MEV os

instrumentos K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) e ProTaper (Dentsply-Maillefer, Tulsa, Oklahoma, EUA) antes do uso, a fim de detectar defeitos provenientes da manufatura; e ainda reavaliar em MEV os instrumentos K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) e ProTaper (Dentsply-Maillefer, Tulsa, Oklahoma, EUA) após 7 e 13 usos na instrumentação de canais curvos.

MÉTODOS

Aquisição e preparo das amostras

Foram coletadas cinquenta raízes mesiovestibulares curvas de primeiros molares superiores humanos recém-extraídos com apicigênese completa. Os dentes foram adquiridos nas Clínicas Odontológicas da Universidade Federal do Pará e em ambulatórios do Sistema Único de Saúde, não sendo considerada idade, sexo, ou raça dos doadores. Para cada amostra foi assinado pelo doador um Termo de Consentimento Livre Esclarecido autorizando a utilização do dente no trabalho, conforme documento aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (protocolo 152/04 CEP-CCS/UFPA). Destas, foram selecionadas 46 raízes com angulação média de 39,5°. Os dentes foram limpos com curetas periodontais e armazenados em solução salina a 0,9 %, sob refrigeração. As raízes foram numeradas, separadas em grupos de três e radiografadas no sentido vestibulo-lingual, a fim de se determinar angulação segundo orientações de Berbet & Nishiyama¹². Após esta fase, as raízes foram distribuídas entre os grupos A (Sistema K3, 25 mm, SybronEndo, Orange, CA, EUA) e B (Sistema ProTaper, 25 mm, Dentsply-Maillefer, Tulsa, Oklahoma, EUA).

Microscopia eletrônica de varredura (MEV) dos instrumentos

Os instrumentos foram fotomicrografados em três terços: T₁, T₂ e T₃, cervical, médio e apical respectivamente, partindo-se da haste do instrumento.

Instrumentação dos canais radiculares

O grupo A foi instrumentado pelo sistema K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) e o grupo B pelo sistema ProTaper (Dentsply-Maillefer, Tulsa, Oklahoma, EUA), seguindo as recomendações dos fabricantes.

Para o grupo A (K3, SybronEndo, Orange, CA, EUA), o batente apical foi determinado com o instrumento 30/04.

A irrigação-aspiração foi realizada com hipoclorito de sódio a 1% a cada troca de instrumento.

RESULTADOS

Na avaliação inicial das fotomicrografias, foram observados defeitos provenientes de fábrica, mesmo em instrumentos novos, tais como: farpas de metal na margem das espiras, ranhuras na superfície do instrumento (Figura 1).

Em sete usos, os instrumentos 25/10 e 25/08 (K3, SybronEndo, Orange, CA, EUA) apresentaram trincas oblíquas no corpo da parte ativa, o que pode ter levado à fratura do tipo dúctil da lima 25/10 no oitavo uso, sendo coincidente a direção da fratura com a direção das ranhuras oblíquas da usinagem (Figura 2).

No sistema ProTaper (Dentsply-Maillefer, Tulsa, Oklahoma, EUA), foi observado, em sete usos, que todos apresentaram defeitos nos ângulos de corte e trincas oblíquas nos instrumentos SX e S2, havendo fratura rúptil no instrumento F3, talvez devida ao desenho do instrumento, que não possui bandas radiais, o que pode denotar maior fragilidade local, propiciando a fratura.

Todos os instrumentos, ao final do preparo, apresentaram embotamento da superfície radial plana, representando seu desgaste em razão do uso (Figura 3).

Após 13 usos, evidenciou-se perda da parte do corpo metálico da liga, pelo aparecimento de microcrateras possivelmente ocasionadas pela presença de microbolhas na massa metálica, aumentando a fragilidade das limas nessas regiões (Figura 4).

Na análise final verificou-se que ambos os sistemas se equivalem quanto aos defeitos encontrados (Tabelas 1 e 2).

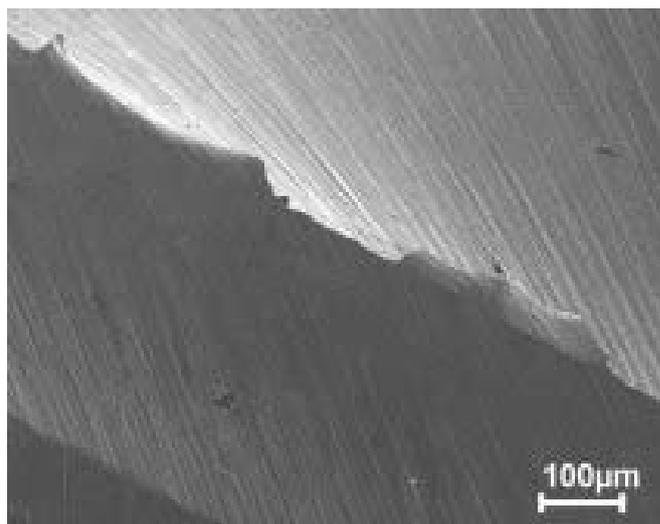


Figura 1. Ranhuras oblíquas e farpas de metal na margem das espiras nos instrumentos antes do uso.

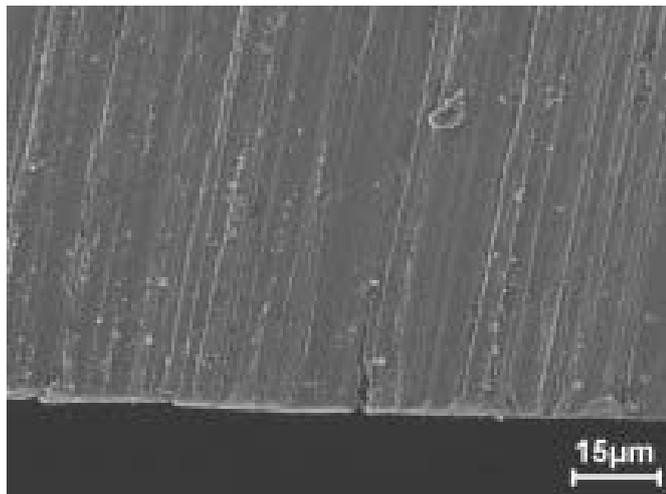


Figura 2. Trincas e fissuras nos instrumentos testados após o uso.

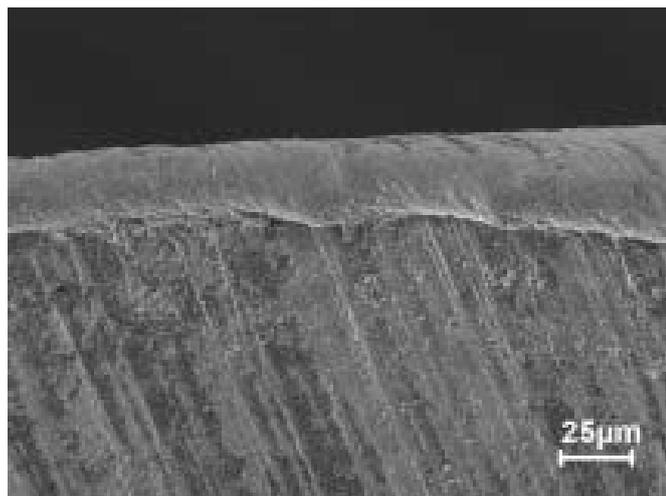


Figura 3. Superfície radial plana embotada em instrumento testado.

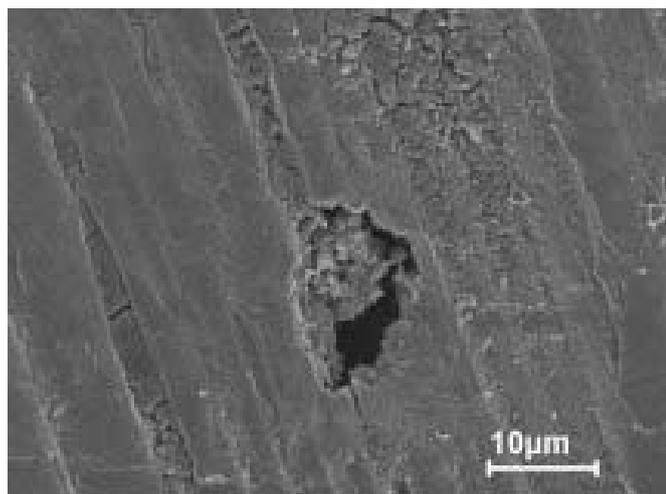


Figura 4. Crateras nos instrumentos K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) após 13 usos.

Tabela 1. Defeitos encontrados nos instrumentos K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) Grupo A) em razão do uso, à análise em MEV nos três momentos avaliados.

Instrumento	Antes do uso			Sete usos		Treze usos		
	RO	FM	SUJ	TR	FRAT	EMB	CRA	FRAT
25/10	x	x	x	x	x*	x	x	
25/08	x	x	x			x	x	
30/04				x		x		
30/06	x	x	x			x		
25/04	x	x				x	x	
25/06	x	x	x	x		x	x	

* Nota: A fratura do instrumento 25/10 ocorreu no oitavo uso. RO - Ranhuras oblíquas; FM - Farpas metálicas; SUJ – Sujidades; TR – Trincas; FRAT – Fratura; EMB - Embotamento das bordas; CRA – Crateras.

Tabela 2. Defeitos encontrados nos instrumentos ProTaper (Dentsply-Maillefer, Tulsa, Oklahoma, EUA) (Grupo B) em razão do uso, à análise em MEV nos três momentos avaliados.

Instrumento	Antes do uso			Sete usos		Treze usos		
	RO	FM	SUJ	TR	FRAT	EMB	CRA	FRAT
SX	x		x	x		x	x	
S1	x	x				x	x	
S2	x		x	x		x		
F1	x	x	x			x	x	
F2	x	x		x		x		
F3	x		x			x		x

RO - Ranhuras oblíquas; FM - Farpas metálicas; SUJ – Sujidades; TR – Trincas; FRAT – Fratura; EMB - Embotamento das bordas; CRA – Crateras.

DISCUSSÃO

Na fase de avaliação das fotomicrografias, foram observados defeitos provenientes de fábrica, mesmo em instrumentos novos, tais como farpas de metal na margem das espiras e ranhuras oblíquas na superfície do instrumento. A literatura demonstra dados distintos, Zuolo & Walton¹³ não relatam defeitos nos instrumentos antes do uso, discordando de Eggert et al.⁷, que verificaram irregularidades de superfície nos instrumentos novos.

Pela presença de ranhuras oblíquas provenientes de fábrica, pode-se supor que este achado poderia propiciar maior fragilidade local, contribuindo para o aparecimento de trincas e posteriormente fraturas, e este fato se justifica pelos achados nas imagens em MEV após 7 e 13 ciclos de uso, nos quais a linha de fratura acompanha as ranhuras provenientes

da manufatura. Pode-se então afirmar que há a necessidade de manutenção constante da qualidade dos discos de diamante utilizados no processo de usinagem do instrumento, a fim de diminuir os defeitos encontrados.

Kuhn et al.¹⁴ utilizaram MEV para avaliação de defeitos em instrumentos de níquel-titânio, observando que na máxima curvatura houve aparecimento de trincas que, em maior aumento, mostram-se perpendiculares à propagação da fratura, corroborando os resultados deste estudo. Segundo Li et al.¹⁵, as trincas podem se propagar quando o estresse atinge um valor crítico que supera a força de coesão entre as moléculas da liga, levando à fratura.

Segundo Kazemi et al.¹⁶ e Lopes et al.¹⁷, as fraturas observadas nos instrumentos podem ser do tipo dúctil, indicando fadiga torcional^{9, 17-18}.

Neste estudo, esta fratura ocorreu no instrumento 25/10 do sistema K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) e é considerada por Spanaki-Voreadi et al.¹⁹ o tipo de fratura mais comum sob condições clínicas.

Fraturas do tipo flexural também foram detectadas em dois instrumentos F3 e no instrumento 30/06, o que indica fadiga flexural^{9, 20}, havendo inversão das espiras, o que se dá por excesso de força apical no momento da instrumentação, sobretudo em canais curvos.

Eggert et al.⁷, avaliando defeitos em instrumentos de níquel-titânio após o uso, observaram que, em todos, houve embotamento das bordas, corroborando com este estudo.

Ao final do preparo, foram detectados nos instrumentos áreas de perda do corpo metálico da liga, caracterizada pelo aparecimento de crateras. Talvez pela presença de microbolhas na camada subssuperficial da liga. Com o uso, e conseqüente desgaste, as bolhas são evidenciadas, expondo a cavidade. Tal situação não foi relatada na literatura consultada.

Vários fatores contribuem para a fratura dos instrumentos rotatórios. Embora alguns desses fatores, como velocidade de rotação e torque, possam ser controlados, outros não podem, como os defeitos provenientes da manufatura do instrumento, que neste trabalho mostram ser relevantes.

Considerando que a fratura do instrumento é um acidente que pode comprometer o sucesso da terapia, entende-se que deve haver maior refino na sua fabricação, além de técnicas mais eficazes para o preparo.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, aplicando-se a metodologia apresentada, é pertinente afirmar que na análise das imagens iniciais em MEV dos instrumentos, foi observado que, em todos os instrumentos, havia a presença de defeitos de fábrica, como farpas metálicas na crista das espiras e linhas oblíquas. Assim sendo, é pertinente sugerir a necessidade de refinamento do acabamento desses instrumentos no processo de manufatura. Ao final do preparo, foi evidenciada a presença de crateras na parte ativa do instrumento, podendo-se relacioná-las às microbolhas existentes na massa metálica do instrumento. Além disso, todos os instrumentos apresentaram alterações nas bordas, o que, além de influenciar na ocorrência de fraturas, leva à perda de corte do instrumento. Ambos os sistemas se equivalem no que concerne aos defeitos encontrados após a instrumentação de canais curvos, independentemente do desenho da parte ativa, com ou sem bandas radiais, sendo proporcional à quantidade de ciclos de uso.

Colaboradores

MFV MARCELIANO-ALVES participou da execução do experimento, redação dos métodos, resultados, discussão e conclusão. MDB SANTOS participou da execução do experimento, redação da introdução e organização das referências. PAR SILVA E SOUZA participou da revisão geral, redação do abstract e orientação da pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Eldeeb ME, Boraas JC. The effect of different files on the preparation shape of severely curved canals. *Int Endod J*. 1985; 18(1): 1-7.
2. Clem Wh. Endodontics: the adolescent patient. *Dent Clin North Am*. 1969; 13(2): 482-93.
3. Morgan LF, Montgomery S. An evaluation of crown-down pressureless technique. *J Endod*. 1984; 10(10): 491-8.
4. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endod*. 1988; 14(7): 346-51.
5. Guerisoli DMZ. Mecanismo de ação dos instrumentos rotatórios [monografia]. Ribeirão Preto: Universidade de Ribeirão Preto; 1999.

6. McSpadden J. Multiphase gutta-percha obturation technique. *Dent Econ*. 1993; 83(9): 95-7.
7. Eggert C, Peters O, Barbakow F. Wear of nickel - titanium lightspeed instruments evaluated by electron microscopic. *J Endod*. 1999; 25(7): 494-7.
8. Serene TP, Adams JD, Saxena A. Nickel-titanium instruments applications in endodontics. St Louis: Ishiyaku Euroamericana, Inc.; 1995. 112p.
9. Sattapan B, Palamara JEA, Messer HH. Torque during canal instrumentation using rotary nickel-titanium files. *J Endod*. 2000; 26(3): 156-60.
10. Svec TA, Powers JM. The deterioration of rotary nickel-titanium files under controlled conditions. *J Endod*. 2002; 28(2): 105-7.
11. Troian Ch, So MV, Figueiredo JA, Oliveira EP. Deformation and fracture of RaCe and K3 endodontic instruments according to the number of uses. *Int Endod J*. 2006; 39(8): 616-25.
12. Berbert A, Nishiyama CK. Curvaturas radiculares: uma nova metodologia para a mensuração e localização. *RGO - Rev Gaúcha de Odontol*. 1994; 42(6): 356-8.
13. Zuolo ML, Walton RE. Instrument deterioration with usage: nickel-titanium versus stainless-steel. *Quintessence Int*. 1997; 28(6): 397-402.
14. Kuhn G, Tavernier B, Jordan L. Influence of structure on nickel titanium endodontic instruments failure. *J Endod*. 2001; 27(8): 516-20.
15. Li UM, Lee BS, Shih CT, Lan WH, Lin CP. Cyclic fatigue of endodontic nickel titanium rotary instruments. *J Endod*. 2002; 28(6): 448-51.
16. Kazemi RB, Stenman E, Spangberg LSW. A comparison of stainless steel and nickel-titanium H-type instruments of identical design: torsional and bending tests. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000; 90(4): 500-6.
17. Lopes HP, Moreira EJ, Elias CN, de Almeida RA, Neves MS. Cyclic fatigue of ProTaper instruments. *J Endod*. 2007; 33(1): 55-7.
18. Wei X, Ling J, Jiang J, Huang X, Liu L. Modes of failure of ProTaper nickel-titanium rotary instruments after clinical use. *J Endod*. 2007; 33(3): 276-9.
19. Spanaki-Voreadi AP, Kerezoudis NP, Zinelis S. Failure mechanism of ProTaper Ni-Ti rotary instruments during clinical use: fractographic analysis. *Int Endod J*. 2006; 39(3): 171-8.
20. Inan U, Aydin C, Tunca YM. Cyclic fatigue of ProTaper rotary nickel-titanium instruments in artificial canals with 2 different radii of curvature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007; 104(6): 837-40.

Recebido em: 23/6/2008

Versão final reapresentada em: 18/9/2008

Aprovado em: 1/11/2008