

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

BRUNA GENARI  
DESEMPENHO DO BIORACE EM CANAIS SIMULADOS

Porto Alegre

2011

BRUNA GENARI

DESEMPENHO DO BIORACE EM CANAIS SIMULADOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientadora: Fabiana Soares Grecca

Porto Alegre

2011

### **CIP – Catalogação na Publicação**

Genari, Bruna

Desempenho do BioRaCe em canais simulados / Bruna Genari. – 2011.

17 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Curso de Graduação em Odontologia, Porto Alegre, BR-RS, 2011.

Orientadora: Fabiana Soares Grecca

1. Endodontia. 2. Instrumentação. 3. Canais simulados. I. Grecca, Fabiana Soares. II. Título.

## RESUMO

GENARI, Bruna. **Análise da forma final, fratura de instrumento e tempo de preparo em canais simulados instrumentados com dois sistemas rotatórios: ProTaper Universal e BioRaCe.** 2011. 17f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

O estudo teve por objetivo comparar o preparo de canais simulados curvos dado pelos sistemas rotatórios ProTaper e BioRaCe em relação à análise da forma final, fratura de instrumento e tempo de preparo. Quarenta blocos de canais simulados, inicialmente identificados e fotografados, foram utilizados. Esses blocos foram divididos aleatoriamente em dois grupos; um grupo foi preparado com instrumentos do sistema ProTaper e, o outro, com o BioRaCe. Entre cada instrumento, os canais foram irrigados com 0,5 mL de água destilada e o comprimento de trabalho foi recapitulado com lima nº10 K *file*. A cada instrumento utilizado, foi obtida uma nova imagem de cada um dos blocos. As imagens pré e pós-operatórias foram sobrepostas para avaliar mensurações e aberrações dos canais. Além disso, o tempo de preparo e fratura de instrumento foram avaliados. Os dados foram comparados com o teste t de *Student* e teste exato de *Fisher*. O sistema BioRaCe resultou em preparo com maior ampliação do terço apical ( $p < .01$ ) com menor média de tempo ( $p < .01$ ) ao ser comparado com o sistema ProTaper. O sistema BioRaCe apresentou mesmo desempenho quanto à resistência à fratura do instrumento e iatrogenias inerentes ao preparo ao ser comparado ao sistema ProTaper. Quanto ao tempo de trabalho, o sistema BioRaCe realizou o preparo de maneira mais rápida que o sistema ProTaper, realizando maior ampliação do terço apical. Portanto, os dois sistemas são seguros, em relação a fratura de instrumento e deformações do canal, sendo o BioRaCe mais eficiente em termos de tempo de trabalho e ampliação do terço apical.

Palavras-chave: Endodontia. Instrumentação. Canais simulados.

## ABSTRACT

GENARI, Bruna. **Analysis of final form, fracture of instrument and time of preparation in simulated canals instrumented with two rotary systems: ProTaper Universal and BioRaCe.** 2011. 17f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

The aim of this study was to compare the preparation of simulated curved canals given by ProTaper and BioRaCe with the analysis of the final form, fracture of instrument and time of preparation. A total of 40 blocks of simulated canals were initially identified and photographed. These blocks were divided randomly into two groups: one group was prepared with ProTaper instruments and the other with the BioRaCe. Between each instrument, the canals were irrigated with 0.5 mL of distilled water and the working length was recapitulated with no. 10 K file. After each one instrument, a new image was obtained from the blocks. The pre and postoperative images were superimposed to analyze aberrations and measurements of the canals. Moreover, the time of preparation and fracture of instrument were evaluated. Data were compared with Student's t test and Fisher's exact test. The BioRaCe system resulted in a preparation with higher magnification of the apical third ( $p < .01$ ) with the lower mean time ( $p < .01$ ) compared with the ProTaper system. The BioRaCe system presented same iatrogenic complications and instrument fracture resistance compared with the ProTaper system, but the BioRaCe system made the preparation faster than the ProTaper system, making higher magnification of the apical third. Therefore, both systems are secure in relation to instrument fracture and aberration of the canal, but the BioRaCe system is more efficient in terms of working time and magnification of the apical third than the ProTaper system.

Keywords: Endodontics. Instrumentation. Simulated canals.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	5
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	7
2.1	PREPARO DOS CANAIS SIMULADOS	7
2.2	AVALIAÇÃO DO PREPARO DO CANAL	8
2.2.1	Mensurações do canal	8
2.2.2	Tempo de preparo	9
2.2.3	Fratura de instrumento	9
2.2.4	Aberrações do canal	9
2.3	ANÁLISE DOS DADOS	9
2.4	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	9
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b>	10
3.1	MENSURAÇÕES DO CANAL	10
3.2	TEMPO DE PREPARO	10
3.3	FRATURA DE INSTRUMENTO	10
3.4	ABERRAÇÕES DO CANAL	11
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	12
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	15
	REFERÊNCIAS	16

## 1 INTRODUÇÃO

O preparo químico-mecânico do canal radicular tem como objetivo alargar e modelar o canal, além de desinfecá-lo (HULSMANN, PETERS & DUMMER, 2005). As características anatômicas dos canais radiculares, especialmente os curvos, podem dificultar este preparo, provocando eventuais desvios em sua trajetória ou outros acidentes.

As dificuldades determinadas pela instrumentação de canais curvos constituem verdadeiro desafio à técnica endodôntica; uma variedade de instrumentos e técnicas tem sido desenvolvida para atuar nessa etapa crítica do tratamento (HULSMANN, PETERS & DUMMER, 2005). O desenvolvimento da liga de níquel-titânio, em função de sua superelasticidade, revolucionou o preparo Endodôntico ao ser aplicada no desenvolvimento de instrumentos manuais e rotatórios (FARINIUK *et al.*, 2001).

A instrumentação rotatória conquistou espaço pelas vantagens que apresenta em relação à técnica manual: acelera a terapia endodôntica, diminui o estresse sofrido tanto pelo paciente quanto pelo profissional (GUELZOW *et al.*, 2005; ALAM *et al.*, 2006), tem a tendência de manter a forma original do canal sem a criação de aberrações em especial em canais estreitos e curvos (GUELZOW *et al.*, 2005). Contudo, os sistemas têm se limitado a uma ampliação reduzida da zona crítica apical (DEBELIAN & BLITZKOW, 2009). Além disso, a fratura de instrumentos rotatórios pode ocorrer, afirma Semaan *et al.* (2009) ao revisar a literatura. O número de instrumentos fraturados continua sendo o maior obstáculo na utilização, pois as fraturas ocorrem sem deformação visível.

A revisão de Semaan *et al.* (2009) conclui que os sistemas ProTaper, K3, Hero, Mtwo e Race são os mais representativos no momento atual e que os sistemas BioRaCe e Twisted Files são os mais promissores, já que estudos ainda precisam ser feitos a respeito desses dois sistemas.

O sistema ProTaper (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) surgiu como uma evolução em termos de flexibilidade, eficiência e segurança para o preparo de canais difíceis, curvos e estreitos, contando com instrumentos específicos para a modelagem do canal e finalização do preparo. Entre suas peculiaridades, há as variações na conicidade ao longo da parte ativa, que reduz a carga de torção, a fadiga do instrumento e o potencial de fratura. A característica do instrumento de possuir uma secção transversal na

forma de um triângulo convexo aumenta o potencial de corte e diminui a carga de torção do instrumento, o que aumenta a segurança do sistema (RUDDLE, C.J., 2001).

O sistema BioRaCe (FKG Dentaire, Zwitterland) foi desenvolvido atendendo os princípios de segurança e efetividade, permitindo maior ampliação do terço apical, que constitui a área crítica para o controle da infecção endodôntica. Essa zona apical pode ser alcançada com 5 a 7 instrumentos desse sistema, dependendo da anatomia. O sistema BioRaCe difere do RaCe em relação à conicidade e sequência de instrumentação (TROIAN *et al.*, 2006; BONACCORSO *et al.*, 2009; DEBELIAN & BLITZKOW, 2009).

Diante do exposto e com relação às diferenças entre os sistemas, o objetivo deste trabalho foi comparar o preparo de canais simulados curvos dado pelos sistemas rotatórios ProTaper e BioRaCe em relação à análise da forma final, fratura de instrumento e tempo de preparo.



## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados 40 blocos de canais simulados, com curvaturas padronizadas em 30°, de resina transparente (Endo-Block – Maillefer, Ballaigues, Suíça) com comprimento de 17 mm. Inicialmente, foi obtida a imagem de cada canal simulado devidamente identificado posicionado no sentido vestibulo-lingual. Para isso, foi utilizada uma camera (Panasonic F10 CCD) com distância foco/filme de 32 centímetros. As imagens obtidas foram armazenadas através do software Image Pro Plus (Media Cybernetics, Silver Springs, MD).

A seguir, os blocos de canais simulados foram divididos aleatoriamente em dois grupos de 20 unidades a fim de que cada grupo fosse preparado por um tipo de instrumento.

### 2.1 PREPARO DOS CANAIS SIMULADOS

Para o preparo dos canais, foram utilizados instrumentos endodônticos de níquel-titânio dos sistemas ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Switzerland) e BioRaCe (FKG Dentaire, Switzerland). Foram empregados cinco conjuntos de cada sistema, sendo, cada um, utilizado para preparar quatro canais ou até que houvesse a fratura de um instrumento e conseqüente substituição. Os instrumentos foram acoplados em um contra-ângulo acionado por um motor elétrico X-Smart TM (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Para uso do ProTaper, utilizou-se o motor ajustado a uma velocidade de 250 rpm e torque de 1 Ncm, já, para uso do BioRaCe, a velocidade utilizada foi de 500 rpm e o torque também de 1 Ncm.

Foi utilizada a técnica coroa-ápice com comprimento de trabalho de 16 mm e a seqüência de instrumentação do ProTaper foi lima nº10 K *file*, instrumentos SX, S1 e S2 até 2/3 do comprimento do canal, S1, S2, F1, F2, F3, F4 e F5 em toda a extensão do canal e do BioRaCe lima nº10 K *file*, BR0, BR1, BR2, BR3, BR4, BR5, baseada em instrução preconizada pelos fabricantes. Antes de serem utilizados, cada instrumento foi besuntado em condicionador (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Entre cada instrumento, os canais foram irrigados com 0,5 mL de água destilada e o comprimento de trabalho foi recapitulado com lima nº10 K *file*.

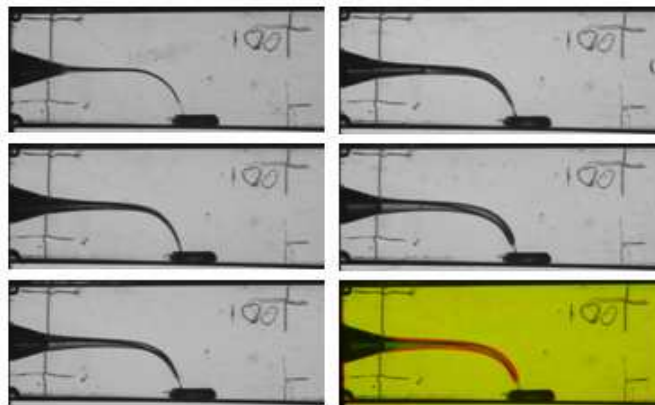
Todos os espécimes foram preparados por um único operador treinado para utilização de ambos os sistemas em canais simulados.

## 2.2 AVALIAÇÃO DO PREPARO DO CANAL

A cada instrumento utilizado, foi obtida uma nova imagem de cada um dos blocos posicionados no sentido vestibulo-lingual. Com a utilização do programa Adobe Photoshop, as imagens pós-operatórias de cada instrumento utilizado foram transformadas em camada com 50% de transparência e a imagem pré-operatória foi sobreposta a elas.

A posição e quantidade de resina removida como resultado do preparo foi detalhada na imagem composta. As imagens digitais foram padronizadas por uma câmera a uma distância fixa foco/filme de 32 cm. A sobreposição das imagens pré e pós-operatórias foi guiada pelas marcações nos blocos de resina. Na figura 1, está apresentado um exemplo da sequência de imagens obtidas do preparo de um dos canais e a sobreposição das imagens pré e pós-operatórias correspondente.

Figura 1 – Sequência de imagens do preparo do canal e sobreposição pré e pós-operatória.



A avaliação dos canais foi realizada por um examinador cego e calibrado.

### 2.2.1 Mensurações do canal

Foi analisado o diâmetro final do canal nos terços médio e apical (mensurados a uma distância de 6 mm e 1,5 mm do ápice respectivamente) para cada sistema. O software utilizado estava ajustado para realizar essa medição em milímetros.

### **2.2.2 Tempo de preparo**

O tempo da instrumentação ativa dos canais foi contabilizado em segundos, não sendo incluído o tempo para troca de instrumentos, aplicação do lubrificante e irrigação dos canais.

### **2.2.3 Fratura de instrumento**

Os instrumentos foram verificados após cada uso. Assim que a fratura fosse percebida, por meio de inspeção visual, este instrumento era substituído e registrado.

### **2.2.4 Aberrações do canal**

Com a análise das imagens obtidas, avaliou-se a presença de aberrações como degraus nos canais preparados. Além disso, verificou-se qual instrumento foi responsável pelo defeito. Segundo Thompson & Dummer (2000), foi considerado degrau a área ampliada irregularmente, onde resina foi removida excessivamente na porção exterior ao canal por um instrumento próximo ao ponto final do preparo.

## **2.3 ANÁLISE DOS DADOS**

Os dados obtidos foram analisados e comparados pelo teste t de *Student* e teste Exato de *Fisher* com o uso do programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 10.0 e o nível de significância foi estabelecido em 5%.

## **2.4 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS**

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Pesquisa de Odontologia sob no. 21542.

### 3 RESULTADOS

Os resultados estão expressos nas tabelas 1 e 2.

#### 3.1 MENSURAÇÕES DO CANAL

Houve diferença estatisticamente significativa quando se avaliou o diâmetro a 1,5 mm aquém do ápice (terço apical) entre os sistemas ProTaper e BioRaCe, sendo que o sistema BioRaCe apresentou maior diâmetro. Já a uma distância de 6 mm aquém do ápice (terço médio), não houve diferença estatística entre os dois sistemas (Tabela 1).

#### 3.2 TEMPO DE PREPARO

O sistema BioRaCe apresentou média de tempo de trabalho menor que o ProTaper com diferença estatisticamente significativa (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação das variáveis quantitativas entre os sistemas.

<i>Variável</i>	<i>Sistema</i>	<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>	<i>p</i>
Tempo de Trabalho (em segundos)	ProTaper	19	80,47	9,13	p<0,001 <sup>a</sup>
	BioRaCe	19	42,10	6,05	
Diâmetro (1,5mm do ápice) (em milímetros)	ProTaper	19	0,53	0,05	p<0,001 <sup>a</sup>
	BioRaCe	19	0,60	0,04	
Diâmetro (6mm do ápice) (em milímetros)	ProTaper	19	0,74	0,03	0,306
	BioRaCe	19	0,73	0,03	

Teste t-*student*; <sup>a</sup> valor estatisticamente significativo.

#### 3.3 FRATURA DE INSTRUMENTO

Ocorreu a fratura de um instrumento para cada sistema, sem diferença estatística. Para o ProTaper, o instrumento fraturado foi o F3 e, para o BioRaCe, o BR1 (Tabela 2).

### 3.4 ABERRAÇÕES DO CANAL

Detectou-se a presença de degrau em dois canais preparados com ProTaper, defeitos produzidos com a utilização dos instrumentos F3 e F5. Já com o sistema BioRaCe, observou-se um caso de degrau, que foi promovido com a utilização do instrumento BR1. Esses degraus aconteceram no terço médio do canal, na porção da curvatura. Esses dados não apresentaram diferença estatisticamente significativa (tabela 2). Nos demais canais, não se observou aberração.

Tabela 2. Comparação das variáveis qualitativas entre os sistemas.

<i>Variável</i>		<i>Número de canais (%)</i>		<i>p</i>
		ProTaper	BioRaCe	
Presença de degrau	Sim	2 (10)	1 (5)	0,999
	Não	18 (90)	19 (95)	
Instrumento Fraturado	Sim	1 (5)	1 (5)	0,756
	Não	19 (95)	19 (95)	

Teste Exato de *Fisher*.

#### 4 DISCUSSÃO

Neste estudo, utilizou-se blocos de acrílico, que já estão embasados na literatura, para simular canais dentários. Duarte *et al.* (2011) aponta como vantagens de seu uso o fato de ser uma alternativa válida em substituição aos dentes humanos em respeito a limites éticos e a maior padronização das curvaturas quando comparados a dentes naturais, o que também é valorizado por Martins, Bahia & Buono (2009). Além disso, há a vantagem de visualização direta do preparo com o uso desses blocos (MARTINS, BAHIA & BUONO, 2009). No entanto, esses blocos acrílicos apresentam-se mais duros do que dentes naturais e, portanto, há maior dificuldade de desgaste por parte do instrumento (DUARTE *et al.*, 2011). Em função dessa diferença de dureza entre resina e dentina, deve haver cautela ao extrapolar resultados *in vitro* para a situação clínica (BONACCORSO *et al.*, 2009).

No presente estudo, a média do tempo de trabalho para a preparação do canal com o sistema BioRaCe foi de 42,10 segundos, praticamente a metade do tempo utilizado pelo ProTaper (80,47 segundos). You *et al.* (2010) preparou molares superiores e inferiores com o sistema ProTaper até o instrumento F2. Entre outras mensurações, obteve o tempo médio total de 46,42 segundos para o preparo. De maneira geral, todos os autores que realizaram pesquisas mensurando o tempo de preparo do canal radicular com instrumentos rotatórios afirmam que esse tipo de preparo é significativamente mais rápido do que a técnica manual (GUELZOW *et al.*, 2005; ALAM *et al.*, 2006).

Segundo Baratto-Filho *et al.* (2009), o emprego de somente três instrumentos apicais do sistema ProTaper é insuficiente para promover uma real ampliação apical em incisivos inferiores. Ressaltam ainda a necessidade de novos estudos para verificar o desempenho de uma ampliação maior com a utilização dos instrumentos F4 e F5 do sistema ProTaper. Em nosso estudo, o uso do instrumento F5 causou defeito em um caso dos canais simulados e esse ocorreu no terço médio e não na região apical.

Debelian & Sydney (2009), que criaram um protocolo de utilização do sistema BioRaCe, afirmam que o mesmo contempla os princípios biológicos, permitindo maior ampliação do terço apical. Isso vai ao encontro de nosso estudo, em que não houve a formação de degrau na região apical.

Ocorreu a fratura de um instrumento do sistema ProTaper, o F3, e a fratura de um instrumento do sistema BioRaCe, o BR1. Resultado semelhante foi visto por Bonaccorso

*et al.* (2009) em canais simulados, em que os dois sistemas não apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação a fratura e deformação de instrumentos.

No presente estudo, cada conjunto de instrumentos foi utilizado para preparar quatro canais ou até que houvesse a fratura de um deles e consequente substituição. Com metodologia semelhante, na literatura, cinco canais foram preparados com cada conjunto de instrumentos (BONACCORSO *et al.*, 2009; MARTINS, BAHIA & BUONO, 2009). Em canais naturais, estudo que avaliou o tempo médio de vida de instrumentos rotatórios, obteve, por exemplo, uma média de  $10.60 \pm 4.35$  canais para o instrumento F2 do sistema ProTaper (YOU *et al.*, 2010). Estudo que avaliou a topografia de instrumentos após o 12º uso afirma que todos apresentaram deformação. Foram utilizados, nesse trabalho, os sistemas K3, ProTaper Universal, Twisted Files e BioRaCe, sendo que o ProTaper apresentou maior desgaste que o BioRaCe (YAMAZAKI-ARASAKI *et al.*, 2011).

Em relação ao ProTaper, estudo *in vivo* que analisou a fadiga cíclica de instrumentos rotatórios desse sistema após seu uso inicial em canais retos e curvos ressalta que os instrumentos F3 foram altamente suscetíveis à fratura por fadiga cíclica e que, portanto, devem ser utilizados com cautela em canais retos e curvos (OUNSI *et al.*, 2007). Estudo que analisou 46 instrumentos ProTaper descartados após o uso clínico sugere que uma única sobrecarga gera sua fratura em função de a maioria desses instrumentos observados estarem fraturados sem deformação plástica (SPANAKI-VOREADI *et al.*, 2006).

Entre os poucos estudos que testaram o sistema BioRaCe, há o de Bonaccorso *et al.* (2009), que afirma que esse sistema parece ser seguro em função de não ter ocorrido fratura de instrumento e a incidência de aberrações do canal ter sido baixa em seu trabalho.

A literatura preconiza que, para prevenir prejuízos e fratura dos instrumentos rotatórios, é necessário que eles sejam analisados periodicamente e descartados quando há mínima ocorrência de distorções desses instrumentos e após certo número de uso (SEMAAN *et al.*, 2009).

Assim como no presente estudo, o trabalho de Bonaccorso *et al.* (2009) não evidenciou perfuração assim como diferença estatisticamente significativa entre aberrações produzidas pelos sistemas ProTaper e BioRaCe. Há escassos trabalhos na literatura que comparam esses dois sistemas de instrumentos rotatórios.

Enfim, no momento atual, a porcentagem de resultados positivos com o uso de instrumentos rotatórios nos tratamentos endodônticos vem sendo ampliada e merece destaque à redução do tempo de trabalho, o estresse profissional-paciente, manutenção da anatomia interna dos canais radiculares sem deformações discrepantes.

Comparações do desempenho de diferentes instrumentos rotatórios se fazem necessárias em função de os sistemas diferenciarem-se entre si com relação ao ângulo da lâmina, espaçamento interlaminar, secção transversal, conicidades e guia de penetração embora a composição da liga seja semelhante (DUARTE *et al.*, 2011). No presente estudo, comparou-se dois sistemas: o ProTaper, que apresenta conicidade variada e o BioRaCe, que permite maior ampliação do terço apical.



## 5 CONCLUSÃO

Tendo por base a metodologia empregada e os resultados obtidos, é possível concluir que o sistema BioRaCe apresentou mesmo desempenho quanto à resistência à fratura do instrumento e iatrogenias inerentes ao preparo ao ser comparado ao sistema ProTaper. Quanto ao tempo de trabalho, o sistema BioRaCe realizou o preparo de maneira mais rápida que o sistema ProTaper, realizando maior ampliação do terço apical.

Os dois sistemas são seguros, em relação a fratura de instrumento e deformações do canal, sendo o BioRaCe mais eficiente em termos de tempo de trabalho e ampliação do terço apical.

## REFERÊNCIAS

- ALAM, M. S. *et al.* A study on FlexMaster: a Ni-Ti rotary engine driven system for root canal preparation. **Mymensingh Med. J.**, Mymensingh, v. 15, n. 2, p. 135-141, Jul. 2006.
- BARATTO-FILHO, F. *et al.* Análise da habilidade de preparo do sistema ProTaper em canais radiculares achatados. **Perspect. Oral Sci.**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 25-29, dez 2009.
- BONACCORSO, A. *et al.* Shaping Ability of Four Nickel-Titanium Rotary Instruments in Simulated S-shapes Canals. **J. Endod.**, Chicago, v. 35, n. 6, p. 883-886, Jun. 2009.
- DEBELIAN, G.; SYDNEY, G. B. Sistema BioRace: segurança e eficiência. **Robrac**, Goiânia, v. 18, n. 45, p. 62-67, jun. 2009.
- DUARTE, M. A. H. *et al.* Comparação de dois sistemas rotatórios no preparo de canais curvos simulados. **Rev. Faipe**, Cuiabá, v. 1, n. 1, p. 29-35, jul. 2011.
- FARINIUK, L. F. *et al.* Modeling capacity of ENDOflash files in simulated root canals. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 1, p. 39-42. 2001.
- 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.
- HULSMANN, M.; PETERS, O. A.; DUMMER, P. M. H.. Mechanical preparation of root. **Endodontic Topics**, Oxford, v. 10, p. 30-76, 2005.
- KIM, H. *et al.* Cyclic Fatigue and Fracture Characteristics of Ground and Twisted Nickel-Titanium Rotary Files. **J. Endod.**, Chicago, v. 36, n. 1, p. 147-152, Jan. 2010.
- LOPES, H. P. Estudo Comparativo da Resistência em Flexão de Instrumentos Endodônticos de NiTi Mecanizados. **Robrac**, Goiânia, v. 18, n. 48, p. 48-50, 2010.
- MARTINS, R.C.; BAHIA, M.G.A. & BUONO, V.T.L. Geometric and dimensional characteristics of simulated curved canals prepared with proTaper instruments. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 18, n. 1, p. 44-49, Aug. 2009.
- OUNSI, H. F. *et al.* Effect of clinical use on the cyclic fatigue resistance of ProTaper nickel-titanium rotary instruments. **J. Endod.**, **Chicago**, v. 33, n. 16, p. 737-741, Apr. 2007.
- RUDDLE, C. J. The ProTaper system: geometries, features, and guidelines for use. **Dent. Today**, Mountclair, v. 20, n. 10, p. 60-67, Oct. 2001.
- SEMAAN, F. S. *et al.* Endodontia mecanizada: a evolução dos sistemas rotatórios contínuos. **RSBO**, Joinville, v. 6, n. 3, p. 297-309, jun. 2009.

SPANAKI-VOREADI , A. P.; KEREZOU DIS, N. P.; ZINELIS, S. Failure mechanism of ProTaper Ni-Ti rotary instruments during clinical use: fractographic analysis. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 39, n. 3, p. 171-178, Mar. 2006.

THOMPSON, S. A.; DUMMER, P. M. H. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel–titanium instruments in simulated root canals: Part 2. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 33, p. 255–261, 2000.

TROIAN, C.H. *et al.* Deformation and fracture of RaCe and K3 endodontic instruments according to the number of uses. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.39, p. 616-625, 2006.

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

YAMAZAKI-ARASAKI, A. *et al.* Topography of four different endodontic rotator systems, before and after being used for the 12<sup>th</sup> time. **Microsc. Res. Tech.**, New York, Jun 2011.