

**AVALIAÇÃO DO NÚMERO DE CANAIS MODELADOS  
COM LIMAS *PRODESIGN M* ATÉ SUA FRATURA,  
SIMULADOS EM BLOCOS DE RESINA ACRÍLICA**

**EVALUATION OF THE NUMBER OF CANALS MODELED  
WITH FILES *PRODESIGN M* TO ITS FRACTURE,  
SIMULATED IN ACRYLIC RESIN BLOCKS**

**RESUMO**

**Introdução:** As limas de níquel-titânio com controle de memória facilitaram a execução dos preparos dos canais radiculares, por terem como principais características a flexibilidade e segurança resultado do tratamento térmico Controle de Memória (CM).

**Objetivo:** O presente trabalho identificou a vida útil das limas *ProDesign M* até sua fratura. **Materiais e Métodos:** A instrumentação foi realizada nos canais simulados em bloco de resina acrílica. Foi utilizado nesse estudo 1 jogo de limas e 6 blocos de resina acrílica. Cada bloco contendo 3 canais radiculares de média complexidade. A sequência de instrumentação foi à indicada pelo fabricante: a primeira lima foi à 15/05, seguida da lima 25/01 e depois 25/06. Entre o uso de cada instrumento os canais foram descontaminados com a substância química auxiliar, o gel de clorexidina gel 2% e irrigados com água destilada. **Resultados:** O número médio de voltas realizado pela lima 15/05 é de 89,8 a 109,2 até a patência. A média da lima 25/06 foi de 25,1 a 37,3 por canal, até a patência. A lima 25/01 não ofereceu resistência até a patência. **Conclusão:**

Concluiu-se que a lima 15/05 suporta até 15 canais com média de 100 voltas por canal, enquanto lima 25/06 conseguiu suportar até 13 canais com média de 31 voltas até sua fratura. Em 15 canais a lima 25/01 não fraturou.

**Descritores:** Endodontia. Fratura. Instrumentação.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** The nickel-titanium files with memory control facilitated the preparation of the root canals, due to their main characteristics being the flexibility and safety resulting from the thermal treatment Memory Control (CM). **Objective:** The present work identified the useful life of the ProDesign M files until their fracture. **Material and methods:** The instrumentation was performed in the simulated block channels of acrylic resin. In this study 1 set of files and 6 blocks of acrylic resin was used. Each block containing 3 root channels of medium complexity. The instrumentation sequence was as indicated by the manufacturer: the first file was on 05/15, followed by the file 25/01 and then 06/25. Between the use of each instrument the channels were decontaminated with the auxiliary chemical, the chlorhexidine gel 2% and irrigated with distilled water. **Results:** The average number of turns performed by file 15/05 is from 89.8 to 109.2 until patency. The 25/06 file average was 25.1 to 37.3 per channel, up to patency. The 25/01 file offered no resistance to patency. **Conclusion:** It was concluded that the 15/05 file supports up to 15 channels with a mean of 89.8 to 109.2 turns per channel, while file 25/06 was able to support up to 13 channels with an average of 25.1 to 37.3 turns until its fracture. At 15 channels the 25/01 file did not fracture.

**Keywords:** Endodontics. Fracture. Instrumentation.

## INTRODUÇÃO

A realização do tratamento endodôntico tem como objetivo devolver a funcionalidade do elemento dental, proporcionar reparação tecidual e principalmente, mantê-lo saudável na cavidade bucal. Para atingir tais objetivos, é imprescindível que o tratamento endodôntico seja bem planejado, diagnosticado e executado de acordo com os princípios éticos, técnicos e biológicos.

Entre as dificuldades para uma endodontia de excelência, temos a instrumentação de canais curvos, o grande desafio está sobre a técnica endodôntica. Uma variedade de técnicas e instrumentos têm sido desenvolvidas para favorecer esta fase do tratamento [7].

Os instrumentos de Níquel-Titânio (NiTi), possuem propriedades mecânicas desejáveis, porém eles podem sofrer fraturas devido à sobrecarga de torção ou fadiga por flexão – denominada torção cíclica [26]. A fratura por torção ocorre quando parte ou a ponta do instrumento se mantém presa dentro do canal, enquanto a outra parte continua rotacionando até que atinja sua máxima torção e frature. Fratura por flexão é quando o instrumento é inserido em um canal com curvas mais anguladas do que a capacidade do instrumento poderia suportar. Após o desenvolvimento das ligas de níquel-titânio, revolucionou as técnicas de preparo endodôntico nos instrumentos manuais e rotatórios.

A manipulação das limas de NiTi podem passar por um processo termomecânico, que as tornam com maior flexibilidade e oferece maior segurança durante a instrumentação no canal. Os fios M (*M-Wire*) e CM (*Control Memory*) foram introduzidos na microestrutura das ligas de NiTi. Os fios com caracterização CM possuem um processo térmico especial que controla a memória do instrumento, sua

flexibilidade fica ainda maior, resiste mais a fadiga cíclica e reduz a fratura dos instrumentos em canais curvos [23].

Quanto à capacidade de corte das limas em níquel-titânio, há opiniões distintas. Em estudos comparativos realizados entre os instrumentos de NiTi e aço inoxidável, mesmo com a utilização de diferentes técnicas, as limas de NiTi mostraram-se mais eficientes, as quais tiveram menor perda da capacidade de corte. Entretanto, alguns autores [29,8] acreditam que as limas de aço inoxidável possuem uma capacidade superior em relação ao corte do que as de NiTi.

Os instrumentos de NiTi apresentam dentre suas características principais o aumento de flexibilidade, mesmo assim, pode ocorrer fratura do mesmo durante o seu uso no canal radicular. Sendo assim, o objetivo desse trabalho é identificar a vida útil das limas *ProDesign M* até sua fratura, em canais simulados nos blocos de resina acrílica.

## **MATERIAIS E MÉTODO**

Foram utilizados 06 blocos de canais simulados em resina acrílica transparente, com curvaturas padronizadas (*Easy*, Belo Horizonte, Brasil). Cada bloco foi desgastado 2,5mm no seu comprimento para obtermos patência, além de conter 3 canais radiculares os quais foram inumerados de 1 a 18 utilizando um marcador permanente *Pilot* (*Pilot Pen Corporation*, Tóquio, Japão).

Inicialmente, foi obtida a imagem de cada canal simulado, devidamente identificado. Para isso, foi utilizada uma câmera *Iphone X*® (*Apple Inc.*, Los Angeles, Estados Unidos da América), e as imagens foram armazenadas no *Icloud* (*Apple Inc.*, Los Angeles, Estados Unidos da América).

## 1.1 PREPARO DOS CANAIS SIMULADOS

Para o preparo dos canais, foi utilizado 1 jogo de instrumentos de limas *ProDesign M*, contendo 3 limas, a lima 15/05, identificada com uma borracha amarela no cabo do instrumento; 25/01 contendo borracha da cor branca e 25/06 identificada com a cor vermelha. A sequência de preparo foi realizada conforme a indicação do fabricante: primeiro a lima 15/05, seguido da 25/01 e 25/06. Identificadas na Figura 1.

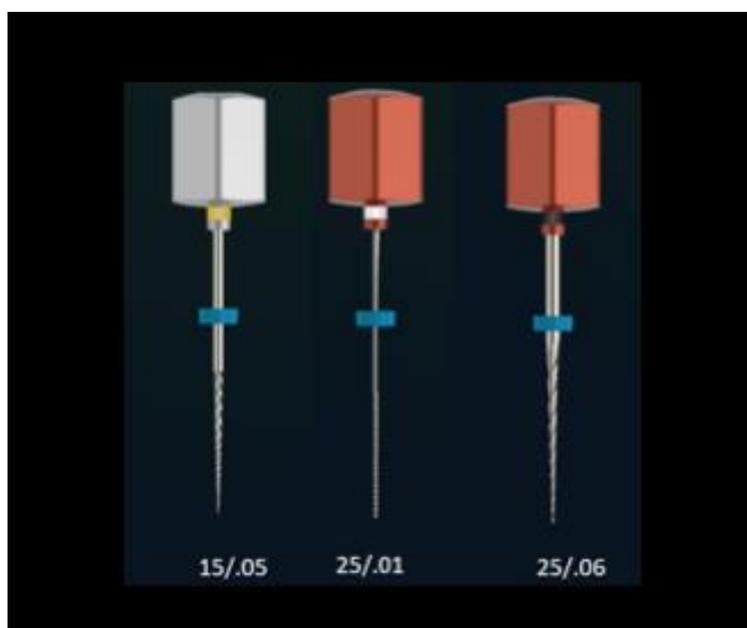


Figura 1- Limas *ProDesign M* 15/05, 25/01 e 25/06.

Foram separados 6 blocos de acrílico, cada um contendo 3 canais, totalizando 18 canais. E cada canal foi identificado com um número, para assim seguirmos uma ordem, sem risco de repetições.

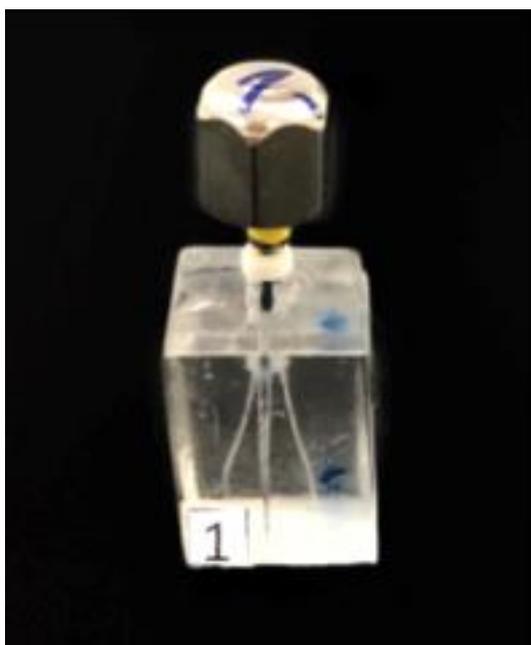


Figura 2 – Bloco de acrílico com 3 canais.

Para a padronização da pesquisa, realizamos um treinamento as alunas/pesquisadoras, lecionado pelo professor/orientador para que ambas tenham conhecimento da forma de utilização correta dos instrumentos manuais e a técnica seguida pelo fabricante, minimizando as chances de erro na pesquisa.

Iniciamos com o canal identificado pelo número 1, introduzimos a lima 15/05 em direção apical, rotacionando 5 vezes no sentido horário, até sentir resistência. Depois de utilizarmos cada lima, elas foram limpas com uma gaze embebida em álcool para a remoção de detritos das espiras. Entre cada instrumento, previamente a limagem, os canais foram irrigados com água destilada em uma seringa de 5ml com agulha 20 X 0,55ml e preenchidos com gel de clorexidina 2% até o extravasamento do líquido para fora do bloco. Na tabela 1 está representado esta sequência operatória resumida.

**Tabela I** – Sequência operatória resumida

<b>PASSOS</b>	<b>LIMA</b>	<b>INSTRUMENTAÇÃO</b>
1°	-	Inundar com Clorexidina gel 2%
2°	15.05	Instrumentação
3°	-	Irrigar com água destilada
-	-	Foi repetida essa sequência até a lima conseguir patência no bloco de acrílico
4°	-	Inundar com clorexidina gel 2%
5°	25.01	Instrumentação
6°	-	Irrigar com água destilada
-	-	Foi repetida essa sequência até a lima conseguir patência no bloco de acrílico
7°	-	Inundar com clorexidina gel 2%
8°	25.06	Instrumentação
9°	-	Irrigar com água destilada
-	-	Foi repetida essa sequência até a lima conseguir patência no bloco de acrílico

Fonte: Elaborado pelos autores

## 1.2 FRATURA DO INSTRUMENTO

Após cada instrumentação, as limas foram avaliadas visualmente com uma régua milimetrada (*Dia Dent Group International, Inc., Vancouver, British Columbia, Canadá*), para verificar a presença de fratura ou deformação visual das espirais, assim evitando as chances de fraturas não visíveis dentro do canal.

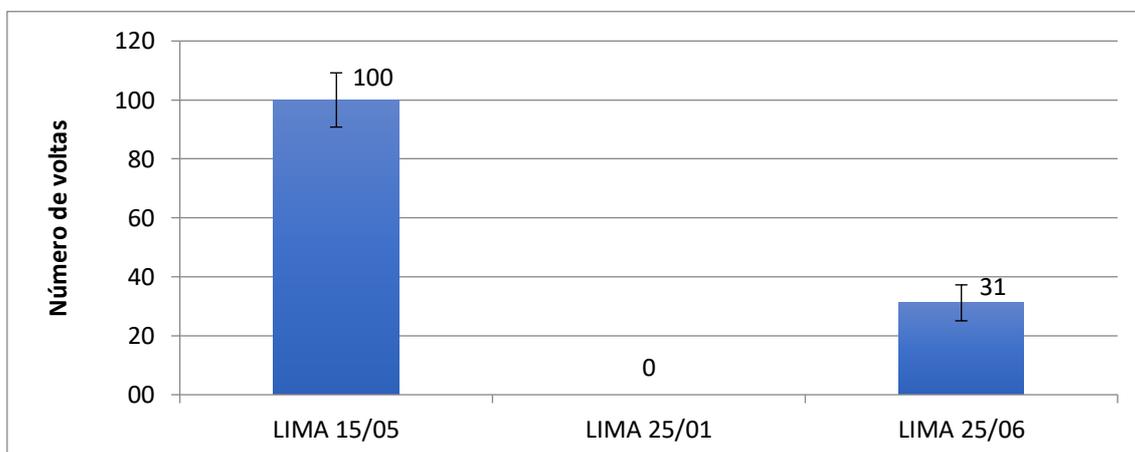
### 1.3 ANÁLISE DOS DADOS

Durante a coleta de dados, os mesmos eram inseridos, armazenados e tabulados em um banco de dados no programa *Microsoft Excel 2016*® (*Microsoft Corporation, Redmond, WA*). Foi analisado e calculado a média, desvio padrão e erro padrão.

## RESULTADOS

No gráfico 1 apresenta-se o número médio de voltas com intervalo de confiança. Sendo que o número médio de voltas da lima 15/05 é de 100 voltas por canal, a lima 25/01 foi de 0 volta, e a lima 25/06 entre 31 voltas.

**Gráfico I** – Número médio de voltas com intervalo de confiança



Fonte: Elaborado pelos autores

O número de voltas em cada canal foi diferente devido a não padronização dos canais. Cada bloco apresenta um canal com curvatura maior, curvatura média e outro com canal reto. Não foi possível contar as voltas da lima 25/01, tendo em vista que, ela não

apresentava resistência para atingir a patência, sendo obtida sem que ela completasse 1 volta.

Está ilustrado na tabela 2, com a cor verde para o canal reto, a cor amarela para o canal de média curvatura e a cor vermelha para o canal mais curvo.

**Tabela II-** Número de voltas com a lima 15.05

NÚMERO DE BLOCO	CANAL	NUMERO DE VOLTAS	LOCALIZAÇÃO DA FRATURA
1	1	95	-
	2	125	-
	3	110	-
	4	80	-
2	5	90	-
	6	95	-
	7	130	-
3	8	105	-
	9	135	-
	10	95	-
4	11	105	-
	12	75	-
	13	90	-
5	14	85	-
	15	85	Terço apical

Fonte: Elaborado pelos autores

**Tabela III-** Número de voltas com a lima 25.06

NÚMERO DE BLOCO	CANAL	NUMERO DE VOLTAS	LOCALIZAÇÃO DA FRATURA
1	1	30	-
	2	20	-

	3	15	-
	4	20	-
2	5	30	-
	6	20	-
	7	25	-
3	8	35	-
	9	55	-
	10	30	-
4	11	45	-
	12	50	-
5	13	40	Terço apical

Fonte: Elaborado pelos autores

## DISCUSSÃO

Este é um estudo sobre teste de fratura das limas de níquel-titânio (NiTi) manuais, as quais possuem características de controle de memória. Os instrumentos de níquel-titânio possuem maior flexibilidade, eficiência e menor perda da capacidade de corte, quando comparados aos de aço inoxidável <sup>[19]</sup>. A lima de NiTi perde o poder de corte conforme ocorre o aumento do número de usos <sup>[6]</sup>. Alguns autores acreditam que as limas de aço inoxidável possuem uma capacidade de corte superior as das limas de níquel titânio <sup>[4,5]</sup> e além do tipo de material, é necessário considerar que os movimentos influenciam no desempenho e na segurança das limas endodônticas <sup>[21]</sup>.

Neste estudo, foram utilizados blocos de resina acrílica para substituir dentes humanos, dentre as vantagens da utilização deles, estão à visualização direta do campo operatório e padronização do comprimento e curvatura dos canais. Mas também há desvantagem; a dureza da dentina comparada com a resina acrílica é menor <sup>[13]</sup>, sendo

assim quando forem aplicados testes em dentes naturais o índice de fraturas pode ser menor.

Estudos prévios que compararam a resistência à fratura de limas, geralmente testaram em dentes humanos, os quais possuem diferentes valores de dureza e variações anatômicas. Outros estudos <sup>[1,9,17,28]</sup> utilizaram também canais artificiais em blocos de acrílico por garantir uma padronização.

A resistência à fratura por fadiga dos instrumentos endodônticos pode ocorrer quando são submetidos a uma flexão rotativa. A lima 15/05 suportou 15 canais apresentando em média entre 89,8 e 109,2 voltas, até a patência. Enquanto a lima 25/06, suportou 13 canais e sua média de voltas foi de 25,1 a 37,3 voltas por canal (gráfico 1). Seguindo esse raciocínio, o tempo decorrido e a rotação são determinantes durante um procedimento operatório. Segundo <sup>[10]</sup> obteve um número aproximado de voltas do instrumento *ProTaper* Universal S2 de uma média de 80,94 ciclos girando a 300 rpm, e 49,19 ciclos com a velocidade de 600 rpm, usadas em motor elétrico com rotação.

Frente a utilização de instrumentos manuais de limas tipo K ou níquel-titânio, a literatura demonstra que não houve diferença significativa na limpeza de ambos os instrumentos <sup>[5]</sup>.

As limas NiTi com controle de memória, possuem maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica e torcional do que as sem tratamento, essa qualidade é apresentada em nosso estudo <sup>[15]</sup>. Além do que o tipo de fratura que é mais citado na literatura é a cíclica, o qual ocorre quando as limas endodônticas são expostas a forças repetitivas de compactação e tensão, enquanto rotacional em canais curvos <sup>[18]</sup>.

Alguns autores <sup>[16,18,23]</sup> afirmam que a fratura cíclica é mais comum de ocorrer devido a estas limas serem utilizadas em máquinas de rotação. Quando os instrumentos foram testados na temperatura de 37°C, sua resistência à fratura diminuiu <sup>[30]</sup>.

Em outro estudo <sup>[20]</sup>, assim como na presente pesquisa, as fraturas das limas ocorreram no terço apical, este fato pode ser explicado pelo grande número de molares apresentarem uma curva no canal radicular que pode chegar até 20° <sup>[27]</sup>.

Testes de torção das limas apresentaram características de falha de cisalhamento, marcas de abrasão e ondulações microscópicas na parte ativa do instrumento. Mesmo as limas sendo feitas com fio CM, ele não foi capaz de impedir a falha do material, apenas atrasou o início da trinca <sup>[2]</sup>, assim como encontrado nesse estudo.

No presente estudo, houve apenas a fratura do tipo torcional, este tipo de fratura ocorre quando a ponta do instrumento fica presa no interior do canal radicular, enquanto sua parte coronal continua girando <sup>[18]</sup>. O tipo de tratamento térmico dos instrumentos <sup>[6]</sup>, o tipo de secção transversal e o trajeto da limagem podem influenciar na resistência à fadiga cíclica <sup>[14]</sup>.

Os fabricantes de materiais endodônticos continuam introduzindo novos instrumentos com diferenciais para melhorar a prática clínica e proporcionar mais conforto ao paciente. Instrumentos fabricados com o tratamento térmico CM oferecem uma maior vantagem do que os de NiTi convencionais relacionado ao preparo de canais curvos, e no quesito à resistência à fratura por fadiga cíclica e torcional <sup>[3]</sup>. As limas que possuem tratamento térmico CM contribuem positivamente para o retratamento de canais curvos, devido as suas características, além de diminuir a fadiga do paciente e do operador <sup>[22]</sup>.

Para evitar fratura dos instrumentos rotatórios, é necessário que eles sejam avaliados após cada uso e descartados quando houver mínima distorções, além de que poderiam ser utilizados por pelo menos 5 vezes <sup>[11]</sup>.

A maior flexibilidade medida pela maior distorção angular poderia ser útil para o cirurgião dentista como um indicador de deformação plástica e fratura iminente <sup>[25]</sup>. E

quando houver o aparecimento de deformações visíveis nas espirais de corte durante os procedimentos é indicado que o instrumental seja removido.

Quanto maior a massa metálica do instrumento, mais rígido ele é, fazendo com que diminuía a resistência à fratura por torção <sup>[4]</sup>. O presente estudo confirma essa afirmativa, pois o instrumento com mais massa foi o 25/06 o qual ocorreu à fratura por torção no canal de número 13, e o instrumento com menos massa, o 15/05, sofreu a fratura no canal de número 15.

Outro estudo também demonstrou que quanto mais massa incorporada ao instrumento, devido ao aumento de conicidade, a sua flexibilidade é menor, podendo ocorrer mais rapidamente fraturas do que limas com conicidade menores <sup>[12]</sup>. Neste contexto foi mostrado que a lima 25/06 tem índice de fratura maior devido sua maior conicidade quando usadas em canais com curvatura simulada. Isso nos faz acreditar que ao aumentar a massa no instrumento, faz com que a fratura por torção tenha mais resistência, porém a resistência a fratura cíclica diminui, além de haver maior possibilidades de uso, assim como apresentado na tabela 01 que a lima 15/05 demorou mais para fraturar devido a sua menor conicidade.

Em um estudo comparando as limas *K-file* com as limas de NiTi, houve uma qualidade e capacidade melhor, além do tempo de preparo ser menor do que das limas *k-file* em canais curvos <sup>[19]</sup>. Pode-se considerar que a energia térmica produzida pelos instrumentos durante o preparo rotatório em motor elétrico com uma alta rotação por minutos, leva a um aumento temporário da temperatura influenciando alterações indesejáveis na anatomia do canal radicular <sup>[24]</sup>.

Quanto às propriedades das limas *ProDesign M* pode-se observar que são tão eficientes quanto as limas rotatórias de níquel-titânio ativadas a motor elétrico no resultado da formatação dos canais radiculares.

## CONCLUSÃO

Tendo como base a metodologia empregada e os resultados apresentados, concluiu-se que: as limas podem ser utilizadas com segurança, sem que ocorra fratura, em 13 canais simulados em blocos de resina acrílica.

A lima 15/05 suporta até 15 canais com uma média de 100 voltas por canal, e a lima 25/06 é resistente à fratura em até 13 canais com média de 31 voltas por canal. A lima 25/01 não apresentou fratura após o seu uso em 15 canais simulados em blocos de resina acrílica.

## REFERÊNCIAS

1. Alcalde MP, Tanomaru-Filho M, Bramante CM, Guerreiro-Tanomaru JM, Camilo-Pinto J. et al. Cyclic and Torsional Fatigue Resistance of Reciprocating Single Files Manufactures by Different Nickel-titanium Alloys. *J. Endod.* 2017 Jul; 43(7):1186-1191.
2. Alcalde MP, Tanomaru-Filho M, Bramante CM, Duarte MAH, Guerreiro-Tanomaru JM, Camilo-Pinto J. *et al.* Torsional fatigue resistance of pathfinding instruments manufactured from several nickel-titanium alloys. *Int. Endod. J.* 2017 Nov; 51(6):697-704.
3. Arias A, Macorra JC, Govindjee S, Peters OA. Correlation between temperature-dependent fatigue resistance and differential scanning calorimetry analysis for 2 contemporary rotary instruments. *J. Endod.* 2018 Apr; 44(4):630-634.
4. Costa C, Santos M. Resistência à torção de dois instrumentos endodônticos rotatórios de níquel-titânio. *Pesqui. Odontol. Bras.* 2000 Abr/Jun; 14(2): 165-168.

5. Gonçalves SB, Brosco VH, Bramante CM. Análise comparativa entre instrumentação rotatória (GT), manual e associação de ambas no preparo de canais achatados. *J. Appl. Oral Sci.* 2003; 11(1):35-39.
6. Haddad Filho MSH, Habitante SM, Rosa LCL, Salum G, Almeida ETDC, Medeiros MF. Perda de corte da lima ProTaper quanto a esterilização e número de uso. *Rev. Odontol. Univ. Cid.* 2011 Set/Dez; 22(3): 228-237.
7. Hulsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root. *Endodontic Topics.* 2005; 10(30): 30-76.
8. Kazemi RB, Stenman E, Spangeberg LSW. Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1996 May; 81(5): 596-602.
9. Khabiri M, Ebrahimi M, Saei MR. The Effect of Autoclave Sterilization on Resistance to Cyclic Fatigue of Hero Endodontic File #642 (6%) at Two Artificial Curvature. *J Dent.* 2017 Dec; 18(4): 277-281.
10. Lopes HP, Britto IMO, Elias CN, Oliveira JCM, Moreira E JL, Jr Siqueira JF, et al. Influência da velocidade de rotação no número de ciclos para a fratura de instrumentos endodônticos ProTaper Universal S2. *Rev. Bras. Odontol.* 2009 Jul/Dez; 66(2):276-279.
11. Manglia-Ferreira C, Gomes FA, Ximenes T, Teixeira Neto MA, Arruda TE, Ribamar GG. et al. Influence of reuse and cervical preflaring on the fracture strength of reciprocating instruments. *Eur J Dent.* 2017 Jan/Mar; 11(1):41-47.
12. Maia Filho EM, Maia CCR, Souza EM, Bonetti Filho I. Relação entre diâmetro e conicidade de instrumentos rotatórios de níquel-titânio na resistência à fratura por torção. *RGO.* 2009 Abr/Jun; 57(2):193-197.

13. Martins RC, Bahia MGA, Buono VTL. Geometric and dimensional characteristics of simulated curved canals prepared with ProTaper instruments. *J. Appl. Oral Sci.* 2009 Aug; 18(1):44-49.
14. Menezes SEAC, Batista SM, Lira JOP, Melo Monteiro GQ. Cyclic Fatigue Resistance of WaveOne Gold, ProDesign R and ProDesign Files in Curved Canals In Vitro. *Iran Endod J.* 2017 Oct; 12(4):468-473.
15. Nishijo M, Ebihara A, Tokita D, Doi H, Hanawa T, Okiji T. Evaluation of selected mechanical properties of NiTi rotary glide path files manufactured from controlled memory wires. *Dent. Mater. J.* 2018 Jul; 37(4):549-554.
16. Nabasvizadeh MR, Sedigh-Shams M, Abdolrasoulnia S. Cyclic Fatigue Life of Two Single File Engine-Driven Systems in Simulated Curved Canals. *Iran Endod J.* 2018 Jan; 13(1):61-65.
17. Ozyrek T, Uslu G, Inan U. A comparison of the cyclic fatigue resistance of used and new glide path files. *J. Endod.* 2017 Mar; 43(3):477-480.
18. Ozyrek T, Uslu G, Yilmaz K, Gundocar M. Effect of glide path creating on cyclic fatigue resistance of reciproc and reciproc blue nickel-titanium files: A laboratory study. *J. Endod.* 2018 Jun; 44(6):1033-1037.
19. Paleker F, Van Der Vyver J. Glide path enlargement of mandibular molar canals by using k-files, the proglider file, and g-files: a comparative study of the preparation times. *J. Endod.* 2017 Apr ;43(4):609-612.
20. Pereira S, Yoshinari GH, Inasaurralde AF, Da Silva PG, Biffi JCG. Análise qualitativa pós instrumentação utilizando instrumentos manuais de aço inoxidável e rotatórios de níquel titânio. *Pesqui. Bras.Odontopediatria Clín. Integr.* 2007 Set/Dez; 7(3):247-252.

21. Piasecki L, Al-Sudani D, Rubini AG, Sonnino G, Bossù M, Testarelli L. et al. Mechanical resistance of carbon and stainless steel hand used in a reciprocating handpiece. *Ann Stomatol.* 2013 Jul/Set; 3(4):259-262.
22. Rodrigues CT, Duarte MAH, De Almeida MM, De Andrade FB, Bernardineli N. Efficacy of CM-Wire, M-Wire, and nickel-titanium instruments for removing filling material from curved root canal: a micro-computed tomography study. *J. Endod.* 2016 Nov; 42(11):1651-1655.
23. Shen Y, Zhou H, Zheng Y, Peng B, Haapasalo M. Low environmental temperature influences the fatigue resistance of nickel-titanium files. *J. Endod.* 2018 Apr; 44(4):626-629.
24. Silva EJNL, Vieira VTL, Belladonna FG, Zuolo AS, Antunes HS, Cavalcante D M. *et al.* Cyclic and torsional fatigue resistance of xp-endo shaper and trushape instruments. *J. Endod.*, 2018a Jan; 44(1):168-172.
25. Silva, EJNL, Hecksher F, Antunes HS, De-Deus G, Elias CN, Vieira VTL. Torsional fatigue resistance of blue-treated reciprocating instruments. *J. Endod.*, 2018b June; 44(6):1038-1041.
26. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in Rotary nickel-titanium files after clinical use. *J. Endod.* 2000 Mar; 26(3):161-165.
27. Schneider SW. A comparison of canal preparations in preparations in straight and curved root. *Oral. Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1971 32(2):271-275.
28. Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G. Cyclic fatigue resistance of reciproc blue and reciproc files in a s-shaped canal. *J. Endod.*, 2017 Oct; 43(10):1679-1682.
29. Tepel J, Schäfer E, Hopee W. Root canal instruments for manual use: cutting efficiency and instrumentation of curved canals. *Int. Endod. J.*, Oxford, 1995 Mar; 28(2):68-76.

30. Vasconcelos RA, Murohy S, Carvalho CA, Govindjee RG, Govindjee S, Peters OA. Evidence for Reduced Fatigue Resistance of Contemporary Rotary Instruments Exposed to Body Temperature. *J. Endod.*, 2016 May; 42(5):782-787.