

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CINEMÁTICAS DURANTE A INSTRUMENTAÇÃO ENDODÔNTICA NA EXTRUSÃO DE DEBRIS APICAIS

Data da submissão: 07/04/2023

Data de aceite: 02/05/2023

Carlos Eduardo Fontana

PUC-Campinas, Programa de Pós
graduação em Ciências da Vida
Campinas-SP
<http://lattes.cnpq.br/0336192638074842>

Sérgio Luiz Pinheiro

PUC-Campinas, Programa de Pós
graduação em Ciências da Vida
Campinas-SP
<http://lattes.cnpq.br/7626006574266027>

Letícia Fernandes Sobreira Parreira

PUC-Campinas, Programa de Pós
graduação em Ciências da Vida
Campinas-SP
<http://lattes.cnpq.br/0427643069950577>

Beatriz Anjos dos Santos

PUC-Campinas, Programa de Pós
graduação em Ciências da Vida
Campinas-SP
<http://lattes.cnpq.br/6583884332391360>

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar a extrusão apical de debris e o tempo de trabalho de três sistemas diferentes de instrumentação endodôntica. Para realizar o trabalho quarenta e cinco raízes mesiais de molares inferiores humanos (Parecer do CEP

nº. 2.379.268) extraídos foram selecionadas e armazenadas em Timol, apresentando canais radiculares com curvaturas entre 10° e 20°, forames independentes, e com equivalência de preparo apical equivalente ao diâmetro de uma lima #25. Depois divididos aleatoriamente em três grupos experimentais de 15 canais cada (n = 15). As raízes mesiais foram adaptadas em eppendorfs para a coleta de debris extruídos pelo forame durante a instrumentação do canal mesio-vestibular. Os canais foram instrumentados com: WaveOne Gold – instrumento 25.07 (grupo WOG), Reciproc Blue 25.08 (grupo RB) e Protaper Next (Grupo PTN) – finalizando com instrumento 25.06, e irrigados com 10mL de água bidestilada e o tempo efetivo de preparo foi computado com um cronometro. Posteriormente, foi removida as raízes dos dispositivos e levadas para uma estufa de 68° por 5 dias. Após isso, o peso dos debris foram obtidos pela subtração do peso final ao inicial dos eppendorfs. Os resultados demonstraram que o grupo PTN obteve o maior índice de extrusão, como também despendeu maior tempo efetivo para preparo dos canais comparado aos grupos WOG e RB (p < 0,01). O sistema recíprocante representado pelos grupos

WOG e RB neste estudo desmonstraram menores índices de extrusão de debris apicais e um menor tempo efetivo de preparo comparado ao grupo rotatório PTN.

PALAVRAS-CHAVE: Rotatórios, movimento recíprocante, extrusão apical

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT KINEMATIC INSTRUMENTATION IN EXTRUSION OF APICAL DEBRIS

ABSTRACT: The aim of the study was to evaluate the apical extrusion of debris and the working time of three different endodontic instrumentation systems. To carry out the work, forty-five extracted mesial roots of human mandibular molars (CEP Opinion No. 2,379,268) were selected and stored in Thymol, presenting root canals with curvatures between 10° and 20°, independent foramina, and with equivalent apical preparation equivalent to the diameter of a #25 file. Then randomly divided into three experimental groups of 15 root canals each (n = 15). The mesial roots were adapted into eppendorfs to collect debris extruded through the foramen during instrumentation of the mesiobuccal canal. The canals were instrumented with: WaveOne Gold – instrument 25.07 (WOG group), Reciproc Blue 25.08 (group RB) and Protaper Next (Group PTN) – ending with instrument 25.06, and irrigated with 10mL of bidistilled water and the effective preparation time was computed with a stopwatch. Subsequently, the roots were removed from the devices and taken to an oven at 68° for 5 days. After that, the weight of the debris was obtained by subtracting the final weight from the initial weight of the eppendorfs. The results showed that the PTN group had the highest extrusion rate, as well as spent more time effectively preparing the canals compared to the WOG and RB groups (p < 0.01). The reciprocating system represented by the WOG and RB groups in this study demonstrated lower rates of apical debris extrusion and a shorter effective preparation time compared to the PTN rotary group.

KEYWORDS: Rotary, reciprocating motion, apical extrusion

INTRODUÇÃO

Novos instrumentos têm sido idealizados e fabricados com o intuito de tornar o tratamento endodôntico mais efetivo, sendo ele feito com qualidade e de forma mais rápida.

Um dos principais objetivos da instrumentação do sistema de canais radiculares é a eliminação dos fatores etiológicos irritantes por um lado, e a manutenção dos tecidos periapicais saudáveis, por outro, alguns desses agentes irritantes, tais como detritos dentinários contaminados, microorganismos e restos de tecido pulpar, podem, durante a instrumentação, extruir pelo forame apical para o espaço periapical. Esse material extruído quando em contato com os tecidos periapicais funcionam igualmente como fator irritante, proporcionando entre outras ocorrências a sintomatologia dolorosa ao paciente conhecida como flare-up. Por essa razão torna-se oportuno analisar diferentes sistemas de instrumentação endodôntica quanto a condição de extrusão apical.

O objetivo do estudo foi avaliar a extrusão apical de debris e o tempo de trabalho de três sistemas diferentes de instrumentação endodôntica.

METODODOLOGIA

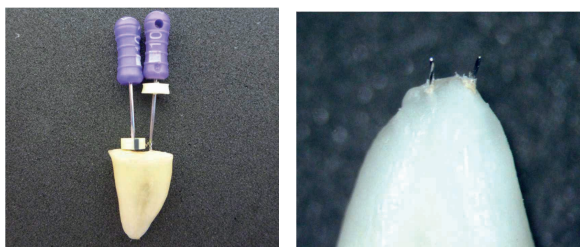
Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, sob número de parecer 2.389.367.

Um total de 45 primeiros molares inferiores permanentes doados por pacientes da Clínica da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas) com assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (parecer do CEP nº. 2.389.367) foram coletados.

Os dentes foram selecionados a partir de critérios de inclusão: serem todos molares inferiores permanentes, toda as raízes deveriam estar com o ápice fechado, ausência de trincas ou fraturas examinadas por lupa (Microscópio Operatório DFVasconcellos. Rio de Janeiro-RJ, Brasil) com aumento de 25X, ter curvatura entre 10 e 20° (SCHNEIDER, 1971), raízes com comprimento maior ou igual a 15mm de comprimento mensuradas com paquímetro digital Série 500 DIN 862 (Mitutoyo, São Paulo-SP, Brasil), os canais mesio-vestibular e mesio-lingual sendo independentes (foi verificados com uma lima K#10) (Figuras 1 e 2), ausência de tratamento endodôntico prévio, ausência de reabsorção radicular patológica externa e/ou interna.

Para realizar a padronização dos dentes selecionados, as coroas dos mesmos foram seccionadas ao nível da junção-cemento-esmalte (JCE) com uma broca diamantada 2135 em alta rotação, obtendo-se assim, raízes mesiais de aproximadamente 13 mm mensuradas com paquímetro digital Série 500 DIN 862 (Mitutoyo, São Paulo-SP, Brasil).

As raízes distais dos dentes selecionados foram removidas com auxílio de disco diamantado (KG Sorensen Ind Com, SP, Brasil) para peça de reta em baixa rotação.



Figuras 1 e 2 – Verificação dos canais mesio-vestibular e mesio-lingual com Lima K#10.

Para uma padronização dos dentes selecionados, as coroas foram seccionadas ao nível da junção-cemento-esmalte (JCE) com uma broca diamantada 2135 em alta rotação, obtendo-se assim, raízes mesiais de aproximadamente 13 mm mensuradas com paquímetro digital Série 500 DIN 862 (Mitutoyo, São Paulo-SP, Brasil). As raízes distais dos dentes selecionados foram removidas.

Posteriormente os espécimes foram divididos de forma randomizada em 3 grupos de

15 elementos cada utilizando-se para isso um programa específico de distribuição aleatória (<http://www.random.org>). Os três grupos experimentais foram divididos respectivamente de acordo com o tipo de instrumentação endodôntica a ser realizada:

- Grupo WG – 15 dentes instrumentados com Sistema recíprocante WaveOne Gold Primary (Dentsply Maillefer, Ballaiguess, Swiss) / (25.07 – extremidade de calibre #25 e conicidade .07);
- Grupo PN – 15 dentes instrumentados com Sistema rotatório Protaper Next até X2 (Dentsply Maillefer, Ballaiguess, Swiss) / (25.06 – extremidade de calibre #25 e conicidade .06);
- Grupo RB – 15 dentes instrumentados com Sistema recíprocante Reciproc Blue R25 (VDW GmbH, Munchen, Germany) / (25.08 – extremidade de calibre #25 e conicidade .08).

Com auxílio de esmalte para unha (Colorama, São Paulo, Brasil) o número do dente de cada grupo foi marcado em sua raiz vestibular e, assim, cada grupo ficou armazenado em uma caixa com divisórias e emersos em Soro fisiológico até o momento da instrumentação, com trocas regulares semanais da solução aquosa.

Foram separados 45 eppendorfs (1.5ml) e atribuído um número de identificação no corpo do eppendorf para cada raiz.

A tampa foi destacada do conjunto e nela foi confeccionado um orifício de calibre compatível com o da raiz mesial com um holleback aquecido. A raiz mesial do dente foi pressionada contra esse espaço, até que a linha de junção amelo-cementária do mesmo atingisse a superfície da tampa do tubo de Eppendorf, deixando dessa maneira a raiz em suspensão. Uma agulha para anestesia infiltrativa de 27G foi introduzida lateralmente ao dente pela tampa de cada tubo de Eppendorf (Figura 3). Isso evitaria a formação de pressões internas, que poderiam impedir a extrusão de debris além do forame durante a instrumentação (Figura 4).

Na região da junção amelo-cementária foi aplicada uma camada de cianoacrilato e juntamente disso foi fixado um lençol de borracha para evitar infiltração de irrigante utilizado durante a instrumentação do canal pela junção da raiz com a tampa do tubo de Eppendorf.



Figura 3 – Fixação da raiz na tampa do eppendorf

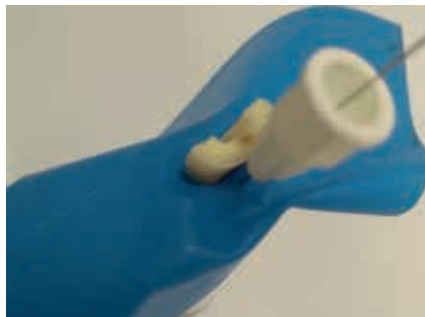


Figura 4- Raiz fixada na tampa, com lençol de borracha e a agulha posicionada para evitar formação de pressão interna.

As tampas com as raízes já posicionadas foram fixados nos tubos de Eppendorf correspondentes (Figura 5), assim deixando a raiz suspensa e evitando qualquer interferência na extrusão dos debrís ou contaminação.



Figura 5- Eppendorf completo após a montagem para realizar a instrumentação.

O corpo do tubo de Eppendorf vazio já enumerado e sem a tampa, foi submetido a uma tríplice pesagem com a ajuda de uma balança analítica de precisão de 10^{-5} (AS310/C/2, da Radwag®). A unidade de medida utilizada foi grama (g) e, o peso final determinado pela média das três pesagens (Figura 6).



Figura 6- Balança analítica de precisão com o Eppendorf sendo pesado antes da coleta de debris após a instrumentação.

Os eppendorfs montados foram acoplados em um frasco de cor opaca para manipulação do conjunto durante a instrumentação, evitando contato manual como visual do conjunto contendo o espécime (Figura 7). Os procedimentos de instrumentação e irrigação foi conduzido sempre pelo mesmo operador.



Figura 7- Eppendorf montado e sendo acoplado no frasco opaco para manipulação do conjunto durante a instrumentação.

Como parâmetro pré-estabelecido a instrumentação dos canais mesiais ocorreu no comprimento de trabalho estipulado à 1 mm aquém do forame apical do canal mesio-vestibular. Esta referência foi obtida inicialmente antes até do posicionamento das raízes a tampa do eppendorf, onde em cada canal foi observado quando uma lima K#10 alcançasse o forame e desta distância foi subtraído 1 mm (KALRA et al., 2017).

O aparelho X-Smart Plus (Dentsply) foi utilizado tanto para a instrumentação recíproca como para a rotatória de cada grupo experimental respectivamente. Tanto as programações de velocidade (RPM) e torque (N) como também de cinemática foram respeitadas seguindo os parâmetros indicados pelos fabricantes dos respectivos instrumentos (Figura 8).



Figura 8- Instrumento recíproco sendo utilizado para a instrumentação do canal mesial.

A solução irrigadora empregada durante todo o preparo foi a água bidestilada em quantidade de 2mL a cada troca de instrumento (DELVARANI et al., 2017), totalizando 10 mL de solução para cada dente.

Concluída a fase de instrumentação, cada tubo de Eppendorf foi removido do respectivo frasco plástico e em seguida, a tampa para expor a raiz. Os detritos que se encontravam aderidos à porção apical da superfície externa radicular foram escorridos para interior do respectivo tubo de eppendorf com auxílio de uma irrigação de 1 mL da mesma solução empregada durante o preparo dos canais(Figura 9).



Figura 9- Removendo os debrís aderidos na porção apical com 1 mL restante da solução que foi usada para irrigar durante a instrumentação.

Todos os eppendorfs foram preenchidos com água bidestilada até que o volume de irrigante nos mesmos completassem a capacidade total do tudo de 1,5 mL.

O tempo efetivo de instrumentação também foi computado com o auxílio de um cronômetro DLK WT038 (DLK Sports). O acionamento do cronômetro foi realizado quando o instrumento foi introduzido no canal a ser instrumentado e pausado quando removido do seu interior.

Após a instrumentação, foi separada a tampa do tubo de eppendorf contendo a raiz do dente instrumentado, os eppendorfs com o provável conteúdo extruído juntamente com irrigante foram posicionados em divisórias e então armazenados em estufa incubadora (Binder®) do laboratório de Microbiologia da Pontifícia Universidade Católica de Campinas

(PUC-Campinas) durante 5 dias seguidos a uma temperatura constante de 63° C. A finalidade do processo foi propiciar a evaporação do líquido irrigante, eliminando a umidade existente e permanecendo apenas os detritos sólidos extruídos pelo forame durante a instrumentação (DE-DEUS et al., 2014).

Ao final deste tempo de incubação, foi realizada mais uma pesagem tríplice de cada tubo de Eppendorf, com auxílio da mesma balança analítica de precisão (AS 310/C/2, da Radwag®). O valor final correspondeu a média das três pesagens (Figura 10).



Figura 9- Debris aderidos ao eppendorf após 5 dias na estufa e a água ter evaporado completamente para realizar a pesagem.

Dessa maneira o valor de peso dos debris extruídos foi obtido a partir da subtração do valor da média da pesagem final do peso inicial de cada tubo de Eppendorf.

RESULTADOS

Os resultados foram tabelados no Programa Biostat 4.0 onde posteriormente a análise descritiva e o teste de normalidade de D'Agostino foram realizados. As amostras apresentaram comportamento não normal e, portanto, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis com nível de significância de 1%.

	GWG	GPN	GRB
n	15	15	15
Mínimo	0,001	0,0052	0,0001
Máximo	0,0031	0,0086	0,0116
MA(DP)	0,0021 (0,0008) ^A	0,0068 (0,0012) ^B	0,0025 (0,0035) ^A
MD (DI)	0,0019 (0,0007) ^A	0,007 (0,0001) ^B	0,0012 (0,0025) ^A
(p-kw)	p = 0,0000		

Letras diferentes: diferenças estatisticamente significantes

Tabela 1. Medianas, desvios interquartílicos e teste de Kruskal-Wallis da extrusão de debris após instrumentação com os diferentes sistemas.

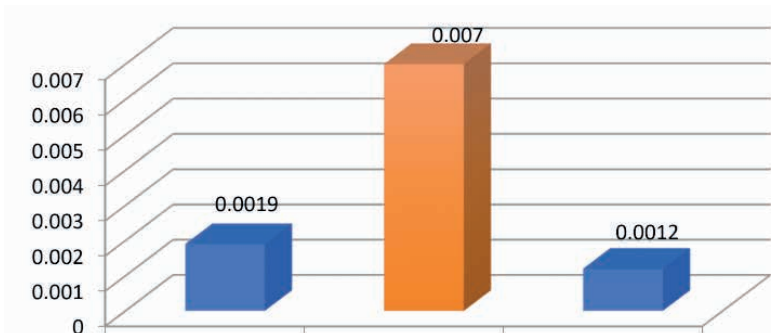


Gráfico 1. Medianas referentes a extrusão de debris ($10^{-4}g$) após instrumentação com os diferentes sistemas

Letras diferentes: diferenças estatisticamente significantes

Da mesma maneira, porém no quesito tempo, os grupos WG e RB foram equivalentes e despenderam menor tempo em média para a instrumentação de toda a extensão do canal radicular comparado ao grupo PN (Tabela 2).

	GWG	GPN	GRB
n	15	15	15
Mínimo	16,74	80,25	17,87
Máximo	39,44	135,02	41,22
MA(DP)	24,54 (7,11) ^A	103,02 (16,39) ^B	27,19 (7,09) ^A
MD (DI)	22,28 (5,36) ^A	100,86 (12,67) ^B	26,47 (5,76) ^A
(p - kw)	p = 0,0000		

Tabela 2. Medianas, desvios interquartílicos e teste de Kruskal-Wallis do tempo efetivo de instrumentação em segundos com os diferentes sistemas

Letras diferentes: diferenças estatisticamente significantes

DISCUSSÃO

O preparo biomecânico é uma fase muito importante no tratamento endodôntico e requer atenção por parte do clínico e/ou especialista, evitando consequências desagradáveis como acúmulo de resíduos dentinários e a extrusão de dentina muitas vezes contaminada para região periapical. Sabe-se que essa extrusão de resíduos, além de muitas vezes reagudizar um processo periapical, causa dor pós-operatória e pode também dificultar o reparo dos tecidos periapicais (Tanalp, Güngör, 2014; Xavier et al., 2014). Portanto, devido a essa ocorrência frequente de extrusão apical durante o tratamento endodôntico esse trabalho foi idealizado com objetivo de identificar possivelmente o tipo de técnica de

instrumentação mais relacionado a essa intercorrência.

Como também constatado no presente estudo, a extrusão de debris pelo forame apical esteve presente independentemente da técnica, instrumento e cinemática empregada, o que confirma os achados de vários trabalhos da literatura desta natureza (Tanalp et al., 2006; Kustarci et al., 2008, Tanalp, Güngör, 2014). Dessa maneira com o advento de novos instrumentos com cinemáticas diferenciadas, no caso os reciprocantes, torna-se importante a comparação de sistemas de preparo com objetivo de comprovar alguma técnica que promova a mínima extrusão de debris além forame e, clinicamente proporcione menor propensão a dor pós-operatória (Elmsallati et al., 2009; De Deus et al., 2010; Bürklein, Schäfer, 2014).

Além disso, sistemas de preparo que envolvam menor tempo clínico para serem realizadas minimizam a fadiga não só do paciente que sofre o atendimento como ao profissional que realiza o mesmo (Aksel et al, 2017).

O método utilizado para coleta de debris extruídos pelo forame foi muito similar em com poucas modificações ao indicado por Myers & Montgomery [12] s quais são largamente empregados e citados nos trabalhos mais recentes encontrados na literatura (Elmsallati et al., 2009; De Deus et al., 2010; Bürklein, Schafer, 2012; Bürklein, Schafer, 2014; Capar et al., 2014; De Deus et al, 2014; Koçak et al., 2013; Surakanti et al., 2014; Tanalp, Güngör, 2014; Xavier et al., 2014).

Com objetivo de simular a irrigação durante o preparo endodôntico e não influenciar em possíveis resultados de pesagem posterior, a água bidestilada foi empregada no estudo como também é preconizado em outros trabalhos da literatura (Capar et al., 2014; De Deus et al., 2014).

O movimento recíproco tem sido relacionado por alguns estudos recentes como uma cinemática que promove maior extrusão de debris contaminados (Burklein, Schaffer, 2012; Burklein et al., 2014), porém o motivo de tal discrepância de resultado com o atual estudo, pode estar ligado a falta de preparo segmentado no sentido crown-down por terços radiculares, já que esses trabalhos não discriminam de forma clara o protocolo de utilização das limas reciprocantes.

A filosofia de preparo crown-down e, ainda, a sua realização por terços radiculares foi empregada no presente estudo e é citada na literatura como fator importante na redução de extrusão de debris, como no trabalho de Yeter et al. (2013) e Garlapati et al. (2013).

Outro fator que pode ter colaborado para esse resultado favorável aos instrumentos reciprocantes na presente análise, é que a realização do glide path foi empregado a cada ciclo de preparo por terço, o que também não foi idealizado em outras pesquisas de Burklein & Schäfer (2012, 2014). A manobra de glide path não só facilita a manutenção do centro espacial do canal durante o seu preparo, mas também promove uma maior facilidade do instrumento alcançar o referido comprimento de trabalho (Berutti et al., 2012), assim, a lima de preparo apical deverá necessitar de uma menor força para atingir seu objetivo, o

que provavelmente resulta numa menor extrusão de debris e microorganismos pelo forame apical (De-Deus et al., 2014; Costa et al., 2017; Aksel et al., 2017).

Durante o movimento recíproco observa-se uma maior amplitude de rotação no sentido anti-horário, responsável pelo corte do instrumento, seguido de um movimento com menor amplitude no sentido horário, o qual objetiva um desrosqueio da dentina e também uma maior centralização do preparo, dessa maneira provavelmente explique-se a menor pressão no sentido apical por parte desses instrumentos quando comparados aos sistemas rotatórios (Yared, 2008), isso também pode esclarecer a menor extrusão de debris por parte desses instrumentos nesse estudo comparado ao grupo rotatório representado pelo Sistema Protaper Next.

Os resultados do presente trabalho estão de acordo aos encontrados por De Deus et al. (2014), os quais realizaram análise também em molares inferiores, como por Xavier et al. (2014), que empregaram metodologia muito similar. Ambos os estudos concluíram que os sistemas reciprocantes testados promoveram uma menor extrusão de debris comparado aos sistemas rotatórios. Todos os autores defendem o princípio que o instrumento realizando a cinemática recíproca em um maior controle da extrusão de debris, por tratar-se de um tipo de movimento de força balanceada com menor pressão apical comparado ao sistema rotatório (Yared, 2008), além de empregar um único instrumento mesmo com maior poder de corte do que provavelmente as limas do sistema rotatório testado.

Outro dado importante que deve ser levado em consideração é o número de instrumentos utilizados para o preparo dos canais. Como os sistemas reciprocantes empregam uma única lima para o preparo do canal em toda a extensão, esse instrumento mesmo sendo utilizado por alguns ciclos até atingir o comprimento de trabalho resulta em tempo inferior gasto por toda a série de instrumentos necessários para se concluir o preparo do mesmo canal quando utilizado os sistemas rotatórios. Isso pode resultar em uma maior quantidade de debris formados durante a instrumentação por parte dos sistemas rotatórios e explicar, portanto, o resultado obtido nesse estudo (Capar et al., 2014; Tanalp, Güngör, 2014; Gambarini et al., 2017; Verma et al., 2017; Vivekananfan et al., 2017).

No trabalho de Yeter et al. (2013) e Garlapati et al. (2013) o instrumento Reciproc também promoveu menor extrusão comparado aos sistemas rotatórios, mesmo não havendo diferença estatística significativa entre ambos, isso talvez seja explicado pela cinemática recíproca e não pela conicidade, como já citado. Mesmo porque ambos os instrumentos possuíam o mesmo taper e apenas se diferenciavam no movimento.

Capar et al. (2014) relataram em seu estudo que o sistema Protaper, por apresentar um número maior de instrumentos utilizados até o término do preparo apical, demandou um tempo de trabalho maior do que os outros sistemas testados e esse fator pode explicar a maior quantidade de debris formados durante a instrumentação e, portanto, extruídos pelo forame apical. Esse fato pode ser extrapolado aos resultados obtidos no presente estudo, já que sistemas reciprocantes empregam a mesma lima durante o preparo de toda

extensão do canal radicular e pelo menor tempo de trabalho, possivelmente, promovam uma menor quantidade de debris a serem extruídos pelo forame apical. Outros estudos também concordam com esses achados (De Deus et al., 2014; Xavier et al., 2014).

Sendo assim, o trabalho evidenciou pelos resultados obtidos, uma conseqüente inter-relação entre número de instrumentos e provavelmente a cinemática de movimento dos mesmos com relação a extrusão de debris, o que está de acordo com as conclusões de outros autores (Capar et al., 2014; De Deus et al., 2014; Aksel et al., 2017).

Além da cinemática, o design e secção transversal do instrumento podem influenciar a extrusão de debris pelo forame como citado por Elmsallati et al. (2009). Isso não foi observado entre os sistemas reciprocantes avaliados no presente estudo, já que não foi encontrada diferença estatística significativa entre esses sistemas de movimento semelhante, mesmo reconhecendo suas diferenças quanto aos respectivos designs.

O tempo de instrumentação total obtido como resultado no trabalho foi proporcionalmente menor nos grupos que obtiveram resultados da extrusão debris coincidentemente menores. Essa correlação faz sentido, já que se um instrumento atuando no preparo do canal até o comprimento de trabalho depende de um menor intervalo de tempo, provavelmente promova menor quantidade de debris, e dessa maneira menor probabilidade de extrusão pode vir a ocorrer (Capar et al., 2014).

Como foi observado, os sistemas reciprocantes testados no estudo (WaveOne Gold e Reciproc Blue) demonstraram uma instrumentação segura no âmbito de extrusão apical e, ainda, despendendo menor tempo para o preparo do canal radicular.

REFERÊNCIAS

1. Aksel H, Küçükaya Eren S, Çakar A, Serper A, Özkuyumcu C, Azim AA. Effect of Instrumentation Techniques and Preparation Taper on Apical Extrusion of Bacteria. *J Endod.* 2017 Jun;43(6):1008-1010.
2. Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, Pasqualini D. Canal shaping with waveoneprimary reciprocating files and protaper system: a comparative study. *J Endod.* 2012 Apr;38(4):505-9.
3. Bürklein S, Benten S, Schäfer E. Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *Int Endod J.* 2014;47(5):405-9.
4. Bürklein S, Hinschitzka K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J.* May 2012;45(5):449-61.
5. Capar ID, Arslan H, Akcay M, Ertas H. An in vitro comparison of apically extruded debris and instrumentation times with ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive, and HyFlex instruments. *J Endod.* 2014;40(10):1638-41.

6. Costa EL, Sponchiado-Júnior EC, Garcia LFR, Marques AAF. Effect of large instrument use on shaping ability and debris extrusion of rotary and reciprocating systems. *J Investig Clin Dent*. 2017; Aug(19):1-8.
7. De Deus G, Barino B, Zamolyi RQ, Souza E, Fonseca Jr A, Fidel S, et al. Suboptimal debridement quality produced by the single-file F2 protaper technique in oval-shaped canals. *J Endod*. 2010;36(11):1897-900.
8. De-Deus G, Neve A, Silva EJ, Mendonça TA, Lourenço C, Calixto C, et al. Apically Extruded dentin debris by reciprocating single-filed and multi-file rotary system. *Clin Oral Investig*. 2014;19(2):357-61.
9. Elmsallati EA, Wadachi R, Suda H. Extrusion of debris after use of rotary nickel titanium files with different pitch: a pilot study. *Aust Endod J*. 2009;35(2):65-9.
10. Koçak S, Koçak MM, Sağlam BC, Türker SA, Sağsen B, Er Ö. Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. *J Endod*. 2013 Oct;39(10):1278-80.
11. Kustarci A, Akpınar KE, Er K. Apical extrusion of intracanal debris and irrigant following use of various instrumentation techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008;105(2):257-62.
12. Myers GM, Montgomery S. A Comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and canal Master Techniques. *J Endod*. 1991 Jun;17(6): 275-9.
13. Schneider SW. A comparison of canal preparation in straight and curved root canals. *Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1971; 32:271-5.
14. Surakanti JR, Venkata RC, Vemisetty HK, Dandolu RK, Jaya NK, Thota S. Comparative evaluation of apically extruded debris during root canal preparation using ProTaper™, Hyflex™ and Waveone™ rotary systems. *J Conserv Dent*. 2014; 17(2):129-32.
15. Tanalp J, Güngör T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod J*. 2014;47(3):211-21.
16. Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayırlı G. Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006;101:250-7.
17. Verma M, Meena N, Kumari RA, Mallandur S, Vikram R, Gowda V. Comparison of apical debris extrusion during root canal preparation using instrumentation techniques with two operating principles: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2017 Mar-Apr;20(2):96-99.
18. Xavier F, Nevares G, Romeiro MK, Gonçalves K, Gominho L, Albuquerque D. Apical extrusion of debris from root canals using reciprocating files associated with two irrigation systems. *Int Endod J*. 2014 Aug 2. doi: 10.1111/iej.12362.
19. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J*. 2008;41(4):339-44.

20. Yeter KY, Evcil MS, Ayranci LB, Ersoy I. Weight of apically extruded debris following use of two canal instrumentation techniques and two designs of irrigation needles. *International Endodontic Journal*, 46(9), 795–799, 2013.