

FACULDADE DE SETE LAGOAS

FELIPE ALISSON PRATES MOTA

**MICROFRATURAS DENTINÁRIAS EM DIFERENTES SISTEMAS DE
INSTRUMENTAÇÕES ENDODÔNTICAS**

**MONTES CLAROS - MG
2018**

FACULDADE DE SETE LAGOAS

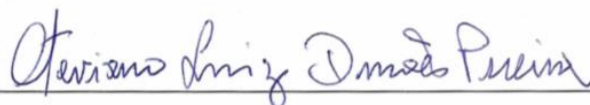
**MICROFRATURAS DENTINÁRIAS EM DIFERENTES SISTEMAS DE
INSTRUMENTAÇÕES ENDODÔNTICAS**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Endodontia Faculdade de Sete Lagoas - FACSETE, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista.

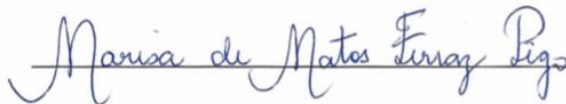
Orientador: Ms. Otaviano Luiz Durães Pereira

**MONTES CLAROS - MG
2018**

Monografia intitulada "**Microfraturas dentinárias em diferentes sistemas de instrumentações endodônticas**", área de concentração em Endodontia, apresentada por Felipe Alisson Prates Mota, para obtenção de título de especialista em Endodontia, **APROVADA** pela Comissão Examinadora, constituída pelos seguintes professores:



Prof. Otaviano Luiz Duraes Pereira - Orientador



Profa. Marisa de Matos Ferraz Pêgo



Prof. Marcos Rogério Rabelo

Belo Horizonte, 29 de março de 2018.

*Este trabalho é dedicado aos meus pais,
que fizeram dos meus sonhos, seus
sonhos, e por tudo que abdicaram para
que eu pudesse chegar até aqui.*

Aqueles que escolhem não ter empatia
permitem a criação de verdadeiros monstros.
Pois mesmo que não cometamos um ato maldoso,
compactuamos com ele, por meio da nossa própria apatia.

J.K. Rowling

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, sem Ele, mais essa jornada não estaria sendo possível.

Aos meus pais Valdecy e Heloisa, pelo amor incomparável, por toda dedicação, preocupação, apoio e incentivo. Jamais serei capaz de retribuir tudo que já fizeram por mim.

Aos meus irmãos Pedro e Gustavo, pela paciência e companheirismo, mesmo muitas vezes não demonstrados.

Aos meus cachorros Max e Quinha, pelo amor mais puro que já vi neste mundo.

Ao Paulo César pela amizade e companheirismo inabalável, por estar sempre ao meu lado, por ser um apoiador incansável de todos os meus sonhos, por sempre estar presente, e por ajudar a me manter firme nessa caminhada, meu maior muito obrigado.

Ao Túlio, porque a migurizade maior que existe, só existe por sua causa, obrigado pela amizade por todos esses anos e me apoiar e ajudar mesmo a distância!

A Dayane pela amizade, pelas caronas, pelo cone de guta-percha, pelo sugador, pelo anestésico, pelo grampo, pela pinça, pelo isqueiro, pela wave-one gold, pelos lanches, pelos cafés das manhãs, pelos pagodes às 07:30 da manhã, obrigado por me ajudar a tornar essa caminhada mais leve e fácil de seguir.

Aos colegas pela convivência e troca de experiências.

Aos professores por todos os ensinamentos passados.

Ao meu orientador professor Otaviano, pela amizade, paciência e todo conhecimento transmitido.

Aos funcionários da Estação Odonto pela paciência e dedicação.

A minha querida Odonto 67, sempre presente, sempre sem limites, mesmo que longe, vocês também me apoiaram para poder chegar até aqui.

RESUMO

O tratamento endodôntico visa a correta limpeza e desinfecção dos canais radiculares, juntamente com um bom preparo químico-mecânico, respeitando anatomia e variações de cada elemento dentário. Com o advento das ligas de Níquel-Titânio (Niti), as limas endodônticas evoluíram cada vez mais, tornando o tratamento mais rápido e eficaz, diminuindo a fadiga tanto do operador quanto do paciente, e minimizando os riscos de insucesso. Porém diversos fatores podem ocorrer na parede do canal radicular. O surgimento de defeito dentinários, como o surgimento de microfissuras ou microfraturas dentinárias que podem servir como colônia de infecções, ou ainda progredir a uma fratura radicular levando assim ao insucesso do tratamento endodôntico. Desse modo, o objetivo deste trabalho, foi revisar a literatura para saber quais os sistemas que estão mais propensos a causar tais fissuras e quais as melhores formas de diagnóstico existentes no momento.

Palavras-chave: Instrumentações endodônticas, microfraturas dentinárias, sistemas de níquel-titânio (NiTi).

ABSTRACT

The endodontic treatment aims at the correct cleaning and disinfection of the root canals, along with a good chemical-mechanical preparation, respecting anatomy and variations of each dental element. With the advent of Nickel-Titanium (Niti) alloys, endodontic files have evolved more and more, making treatment faster and more effective, reducing both operator and patient fatigue, and minimizing the risk of failure. However, several factors can occur in the wall of the root canal. The appearance of dentinal defects, called microcracks or dentin microfractures that can serve as a colony of infections, or progress to a root fracture, leading to the failure of endodontic treatment. Thus, the objective of this work was to review the literature to know which systems are most likely to cause such cracks and which are the best forms of diagnosis at the moment.

Key words: Endodontic instruments, dentin microfractures, nickel-titanium (NiTi) systems.

LISTA DE ABREVIATURAS

NiTi – Níquel Titânio

SaF – Self Adjusting File (Lima Auto-Ajustável)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA E DISCUSSÃO	13
3 CONCLUSÃO.....	19
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

1 INTRODUÇÃO

Dentro do mercado odontológico, as ligas de NiTi são utilizadas em vários instrumentos, sendo um deles as limas endodônticas. Os instrumentos de NiTi possuem diversas vantagens sob os instrumentos convencionais de aço inoxidável. Como algumas dessas vantagens temos o aumento da flexibilidade das limas, e a diminuição do tempo de trabalho (WALIA et al., 1988; FERRAZ et al., 2001).

Os instrumentos de NiTi podem consistir em sistemas sequenciais, onde se utilizam várias limas, ou em sistemas de lima única. Estes, apresentam um maior custo-eficácia, uma possível redução de casos de contaminação cruzada, diminuição da fadiga do instrumento, pelo fato de acabarem sendo mais rápidos que os sistemas multi-limas (YARED et al., 2008; YOU et al., 2010).

Todo esse maquinário disponível tem como intuito o principal objetivo da endodontia que é o de reduzir os micro-organismos no meio intracanal. Visando a remoção de detritos, de bactérias e assim facilitando a obturação radicular o preparo químico-mecânico é essencial e indispensável (ARSLAN et al., 2014).

Fraturas de instrumentos intracanaís (CUJÉ et al., 2010), perfurações (TSESIS et al., 2010), transporte de canal e formações zip (AYDIN et al., 2009), e ainda as microfraturas dentinárias (BIER et al., 2009; SHEMESH et al., 2011), são algumas das várias complicações que podem ocorrer durante um tratamento ou retratamento dos canais radiculares.

Existe na atualidade um certo grau de dificuldade em se diagnosticar a presença de microfraturas dentinárias, visto que tanto os exames radiográficos quanto clínicos não viabilizam uma avaliação diagnóstica definitiva (TESTORI et al., 1993; COHEN et al., 2006). Existem diversos métodos para o diagnóstico, desde os mais simples como inspeção clínica, sondagem periodontal, radiografia, até métodos mais elaborados como radiografia e microtomografia computadorizada, exame microscópico e coloração da microfratura (OZER, 2010; OZER et al., 2011; EDLUND et al., 2011)

Técnica de preparação, tipo de instrumentos utilizados (variação no desenho de corte do instrumento, conicidade, composição do material) (BERGMANS et al., 2002), e até mesmo as propriedades físicas dos dentes, podem influenciar na presença e na quantidade de microfraturas dentinárias (ERTAS et al., 2014).

O objetivo desta revisão bibliográfica será o de confirmar o surgimento das microfissuras dentinárias através de diferentes métodos de preparo dos canais radiculares e as formas de diagnóstico.

2 REVISÃO DE LITERATURA E DISCUSSÃO

Um dos maiores desafios durante a terapia endodôntica é quanto a anatomia dos canais radiculares, que pode ser altamente variável, o que pode levar ao insucesso do tratamento junto com a relativa inaptidão do operador em diagnosticar tais variações por meio do exame radiográfico (PETERS et al., 2003)

Limas rotatórias podem eventualmente levar ao surgimento de microfissuras dentinárias completas e/ou incompletas (BIER et al., 2009), porém o seu surgimento segundo PASQUALINI et al., em 2008, reduziu a fadiga do operador, minimizou os erros relacionados aos processos e diminuiu o tempo de trabalho, com todas essas vantagens os endodontistas das últimas décadas tem preferido esse sistema ao sistema de instrumentação manual (VAUDT et al., 2009). Entretanto em 2010, KIM et al., concluiu em seu estudo que podem ocorrer concentrações de tensões e deformações apicais durante a instrumentação dos condutos radiculares com instrumentos mecanizados, podendo levar a fratura radicular.

Durante os anos, diversos estudos tiveram como intuito a avaliação do surgimento das microfissuras de acordo com o instrumento utilizado e nível da raiz em que eles surgiram.

Em 2009, BIER et al., concluíram em seu estudo que não houve o surgimento de defeitos dentinários em dentes preparados com limas manuais, porém nos elementos preparados com Protaper (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) ocorreu defeito em 16% dos elementos, com Profile (Dentsply-Maillefer) em 8% e com System GT (Dentsply-Maillefer) 4%, demonstrando que os sistemas mecanizados podem levar ao surgimento de microfissuras dentinárias.

A ocorrência de retratamentos endodônticos também podem levar ao surgimento de defeitos, o que foi avaliado por SHEMESH et al., (2011). Em seu estudo foi observado que elementos dentários retratados apresentavam significativamente mais defeitos do que os que haviam passado apenas pelo tratamento convencional e conseqüentemente dos que nunca haviam sido preparados endodonticamente. Entretanto não houve diferença significativa nos grupos retratados com limas Protaper e limas tipo Hedström. Conclui-se então que os dentes retratados podem resultar em maiores defeitos dentinários.

YOLDAS et al., (2012) realizou um estudo para avaliação do surgimento de microfraturas dentinárias comparando limas manuais e limas rotatórias, HERO Shaper (Micro-Mega, Besancon, França), Revo-S (Micro-Mega, Twisted-File

(Sybron-Endo, Orange, CA), Protaper (Dentsply-Maillefer), e limas auto-ajustáveis (SAF) (ReDent Nova, Ra'anana, Israel). Foram observadas microfissuras dentinárias em 60% dos elementos instrumentados com HERO Shaper, 25% com Revo-S, , 44% com Twisted-File, 30% com Protaper, porém não ocorreu diferença significativa entre tais grupos. Já as limas auto ajustáveis e manuais, não apresentaram defeitos.

Já no estudo de LIU et al., (2013) comparou-se o surgimento de defeitos quando utilizadas limas Protaper, One-Shape, Reciproc (VDW, Munique, Alemanha) e lima auto-ajustável, ocorrendo a presença de fissuras e, 50%, 35% e 5% respectivamente. Sendo que não ocorreu presença de fissuras com as limas auto ajustáveis. Demonstrou-se então que em sistemas de lima única, também podem ocorrer a presença de microfissuras.

KANSAL et al., (2014) teve como objetivo comparar o surgimento de microfissuras comparando sistemas reciprocantes de sistemas de rotação contínua, sendo assim utilizou-se de limas WaveOne (Dentsply-Maillefer), Protaper F2 em movimento reciprocante e Protaper em movimento sequencial, obtendo como resultados o surgimento de fissuras em 15%, 26% e 53% dos dentes, respectivamente. Houve uma diferença significativa entre os dois grupos reciprocantes e o grupo de rotação contínua, porém não ocorreu diferença significativa entre os reciprocantes entre si. Conclui-se então, por este estudo, que os instrumentos rotativos sequenciais podem apresentar mais defeitos que os movimentos reciprocantes.

DE-DEUS et al., (2014) realizaram um estudo onde a amostra foi previamente submetida a uma microscopia de varredura antes da instrumentação e avaliou a presença de microfraturas dentinárias de acordo dois sistemas reciprocantes, Reciproc e WaveOne, e um sistema rotatório sequencial convencional, BioRace (FKG Dentária, La-Chaux-de-Founds), os resultados demonstraram a presença de defeitos em 8,72%, 11,01% e 7,91% respectivamente. Dentro deste estudo concluiu-se que todas as microfraturas dentinárias encontradas após a instrumentação também estavam presentes antes do preparo.

CAPAR et al., (2014) avaliou a presença de microfraturas dentinárias em elementos tratados endodonticamente. Em seu estudo utilizou as limas ProTaper Next, até X4, HyFlex, até a 40.04 e ProTaper Universal até a F4, os elementos então foram preparados e avaliados. Dentro deste estudo foi encontrado a presença de

microfraturas dentinárias em 28% dos elementos tratados com ProTaper Next e HyFlex e em 56% dos elementos tratados com ProTaper Universal.

ARIAS et al., (2014) objetivaram em seu estudo a comparação do surgimento de microfissuras em relação as limas manuais Profile GT e as limas reciprocantes WaveOne. Foram encontradas microfissuras em todos os grupos testados, em todos os níveis de secção das raízes, porém tais fissuras eram de caráter incompleto, ou seja, surgiam na parede pulpar e seguiam em direção vestibulo-lingual porém sem alcançar a parede externa radicular. Não foi estabelecida porém uma diferença significativa entre os achados.

O objetivo do estudo de PRIYA et al., (2014) foi investigar a incidência de microfraturas dentinárias após a instrumentação dos elementos com limas de NiTi em movimento recíprocante e rotatório. Os espécimes foram preparados, seccionados e avaliados sob microscópio. Não ocorreu diferença significativa na formação de defeitos entre os grupos Protaper Next-Rot, Protaper Next-Rec, Reciproc-Rec; ProTaper-Rot, ProTaper-Rec, OneShape-Rot; OneShape-Rot, Reciproc-Rot; OneShape-Rec, Reciproc-Rec. O estudo conclui que instrumentos manuais não causam microfraturas e que ProTaper Next tanto no sistema rotativo quanto no sistema recíprocante foi o que causou menos defeitos, e que os sistemas reciprocantes causam menos fissuras.

ADL et al., (2015) investigaram em seu estudo se a utilização de um lubrificante, no caso RC Prep (Bem-Prep, Vericom Co, Anyang, Coréia), resultaria em alguma diferença nos surgimentos de defeitos dentinários em elementos instrumentados e preparados da mesma maneira. Porém concluíram que a utilização de lubrificante radicular, não causaria o aumento ou diminuição de fissuras.

Talvez um dos maiores desafios acerca das microfissuras dentinárias seja o seu diagnóstico, sendo bastante desafiador (WRIGHT et al., 2004). Um estudo in vitro foi realizado por WRIGHT et al., em 2014, com intuito de comparar a eficácia da transiluminação e uso de corantes para o diagnóstico de defeitos na parede dentinária. Neste estudo é enfatizado que o uso de transiluminação é de grande importância para o diagnóstico, juntamente com a utilização dos corantes, em especial o azul de metileno.

A Vibrotermografia (VibroIR), através do calor gerado por vibração ultrassônica pode auxiliar na detecção de microfissuras dentinárias, desse modo MATSHUSHITA-TOKUGAWA et al., (2013) utilizaram este método para o

diagnóstico de microfissuras dentinárias, chegando ao resultado de que este método demonstra eficácia na detecção de pequenas microfissuras. A literatura mostra claramente que o VibroIR pode ser útil na detecção de microfraturas, desde que sejam menores que 42µm, pois assim a área de contato entre as superfícies de fratura é maior, tornando mais fácil a geração de calor através do atrito (SHEPARD et. al., 2004)

Em todos os presentes estudos relatados a presenças das microfissuras dentinárias foram avaliadas após serem feitos cortes horizontais em diferentes comprimentos do nível radicular. Pode-se imaginar que o surgimento dos defeitos também podem estar ligados a forças realizadas durante as extrações dentárias ou até mesmo durante a secção dos elementos para avaliação (BIER et al., 2009; SHEMESH et al., 2009). Porém, em poucos estudos foram observadas a presença de microfraturas no grupo controle dos experimentos, o que leva a crer que a instrumentação dos canais radiculares pode levar ao surgimento dos defeitos dentinários.

Como PITTS e NATKIN descreveram em 1983 *“um grande problema com fraturas de linha fina é a sua diferenciação a partir de linhas dentinárias, que não se estendem para dentro do canal e que não tem significado clínico”*. Devemos levar em conta que a subjetividade da interpretação do operador pode levar a resultados falso-positivos ou falso-negativos (GRAY et al., 2000; GONDIM et al., 2002; SLATON et al., 2003)

Por apresentar um caráter menos agressivo às paredes dos canais radiculares em comparação aos instrumentos mecanizados, as limas manuais não causam muitas microfraturas dentinárias (KIM et al., 2010). Isso se deve possivelmente a ausência do movimento de rotação contínua e da conicidade das limas manuais (BIER et al., 2009; YOLDAS et al., 2012; ASHWINKUMAR et al., 2013).

Instrumentos rotatórios e reciprocantes de NiTi podem potencialmente levar ao surgimento de microfraturas dentinárias (ADORNO et al., 2009; 2011), podendo fatalmente gerar fraturas dentárias severas (WILCOX et al., 1997; TESIS et al., 2010). Tais microfraturas foram observadas em diferentes níveis de comprimento do canal radicular (YOLDAS et al., 2012) e superfície apical (ADORNO et al., 2010).

O estresse momentâneo causado pelo contato direto dos instrumentos de NiTi com as paredes internas dos canais, podem causar os defeitos dentinários

(SHEMESH et al., 2009), essa proposição corrobora com os achados na presente revisão de literatura, onde observamos que os instrumentos mecanizados podem causar significativamente o surgimento de defeitos em em comparação aos sistemas manuais. Como também concluíram BIER et al., (2009), e ainda descreveram em seu estudo a diferença da extensão da microfratura de acordo ao tipo de lima.

Os instrumentos de NiTi podem induzir potencialmente ao surgimento de defeitos dentinários (BIER et al., 2009; LIU et al., 2013). Os avanços tecnológicos levaram os instrumentos rotativos a um novo patamar com designs que visam cada vez mais facilitar, melhorar e agilizar o preparo dos canais radiculares (GAMBARINI, et al., 2005). Limas ProTaper Universal, foram durante vários anos as mais utilizadas (BERGMANS, et al, 2002), e foram associadas em diversos experimentos, como os descritos nesta revisão, a um número maior do surgimento de microfissuras em relação a outros instrumentos rotativos de NiTi (BIER et al., 2009, ASHWINKUMAR, et al., 2013). Com um design diferenciado que diminui o efeito parafuso, o travamento da lima e o torque, diminuindo assim o contato da lima com a dentina foi lançada no mercado a lima ProTaper Next (RUDDLE, et al., 2001; CAPAR et al., 2014).

A movimentação recíprocante, representou uma revolução juntamente com o uso de lima única de NiTi, esse tipo de movimento reduz a torção e a flexão e a transposição de canal (BLUM et al., 1997), além de uma maior resistência à fadiga cíclica (DE-DEUS et al., 2010, KIM et al., 2012). Em estudo de PAQUE et al., 2011 demonstraram que a utilização da lima ProTaper F2, como lima única em movimentação recíprocante equivale ao uso do sistema completo de limas. A preparação recíprocante ainda se tem demonstrado semelhante capacidade de remoção de tecido dentinário em relação aos sistemas de rotação contínua sequencial (YOU et al., 2011). Esse sistema de movimentação garante maior resistência a fratura e conseqüentemente uma vida útil mais longa ao instrumento segundo os estudos de VALERA-PATINO et al., 2010 e YOU et al., 2010. Sendo assim ocorre a liberação de estresse da ponta da lima através da inversão de sentido, o que caracteriza o movimento recíprocante (KIM et al., 2012).

Como os retratamentos radiculares requerem um maior uso de instrumentos, conseqüentemente a possibilidade de formação de defeitos na parede dentinária, torna-se maior em relação a um dente que já não havia sido tratado previamente (BIER et al., 2009; SHEMESH et al., 2009). Esses danos aparentam ter uma

natureza que progride e se acumula de acordo ao número de manipulações que o elemento sofra durante o tempo (SHEMESH et al., 2009), como citado no caso dos retratamentos. A utilização de instrumentos manuais para o retratamentos de canais pode mostra-se um processo lento, principalmente quando existe uma obturação satisfatória e bem condensada (OLIVEIRA et al., 2006). O uso dos instrumentos de NiTi podem se mostrar com uma alternativa mais rápida, diminuindo a fadiga tanto do operador quanto do paciente, porém pode elevar potencialmente o surgimento de novas ou potencializar o aumento de defeitos já existentes (TADESMIR et al., 2009).

Outra opção aos tratamentos, são as limas auto ajustáveis, as limas SAF, que não possuem pontas nem arestas. Elas funcionam como uma lixa para raspar a dentina, ampliando assim o canal radicular, porém em um sistema de moagem para frente e para trás, ao contrário do sistema de rotação contínua convencional, além disso ocorre uma diminuição do atrito devido a irrigação contínua que acontece por dentro da lima oca (HOF et al., 2010). Os estudos de HIN et al., (2003) e YOLDAS et al., (2012) corroboram com diversos estudos da presente revisão em que não foram encontradas microfissuras de dentina nos elementos tratados com limas SAF, o mesmo resultado também foi encontrado nos dentes preparados com instrumentação manual.

Segundo SAUNDERS et al., (1994) não é justificada se as microfraturas dentinárias afetariam o sucesso ou insucesso clínico do tratamento a longo tempo. Em sua maior parte, o significado clínico das microfraturas é especulativo, porém é de se pensar que uma possível presença de bactérias residuais possam levar a uma nova contaminação do sistema de canais radiculares, e ainda possam aumentar de tamanho levando a uma fratura definitiva, evoluindo assim para o insucesso clínico definitivo. É prudente que se detectadas previamente, sejam feitos ajustes quanto a potência dos instrumentos e o tempo de utilização dos mesmos, afim de se evitar maiores danos e minimizar o surgimento de novas fissuras.

3 CONCLUSÃO

- Podemos concluir com a presente revisão que limas manuais não são capazes de produzir microfraturas dentinárias juntamente com as limas tipo SAF.
- Limas de NiTi tanto no movimento rotatório quanto no movimento recíprocante são capazes de gerar defeitos dentinários.
- O sistema recíprocante apresenta um alívio de tensão ao gerar o movimento em sentido contrário, sendo a possível causa de um número menor de microfraturas dentinárias.
- Dentre os instrumentos testados, os instrumentos rotatórios ProTaper foram os que apresentaram um maior número de defeitos.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADL A., SEDIGH-SHAMS M., MAJD M. The Effect of Using RC Prep during Root Canal Preparation on the Incidence of Dentinal Defects. *Journal of Endodontics*, v. 41, n. 3, p. 376-9, 2015

ADORNO C. G., YOSHIOKA T., SUDA H. The effect of root preparation technique and instrumentation length on the development of apical root cracks. *Journal of Endodontics*, v. 35, p. 389–92, 2009.

ADORNO C. G., YOSHIOKA T., SUDA H. The effect of working length and root canal preparation technique on crack development in the apical root canal wall. *International Endodontics Journal*, v. 43, p. 321–7, 2010.

ADORNO C. G., YOSHIOKA T., SUDA H. Crack initiation on the apical root surface caused by three different nickel-titanium rotary files at different working lengths. *Journal of Endodontics*, v. 37, n. 4, p. 522-25, 2011.

ARIAS A., LEE Y. N., PETERS C. I., GLUSKIN A. H., PETERS O. A.. Comparison of 2 Canal Preparation Techniques in the Induction of Microcracks: A Pilot Study with Cadaver Mandibles. *Journal of Endodontics*, v. 40, n. 7, p. 982-5, 2014.

ARSLAN H., BARUTCIGIL C., KARATAS E., TOPCUOGLU H. S., YETER K. Y., ERSOY I., et al. Effect of citric acid irrigation on the fracture resistance of endodontically treated roots. *European Journal of Dentistry*, v. 8, p. 74-8, 2014.

ASHWINKUMAR, V., Krithikadatta, J., Surendran, S., & Velmurugan, N.. Effect of reciprocating file motion on microcrack formation in root canals: an SEM study. *International endodontic journal*, v. 47, n. 7, p. 622-627, 2014.

AYDIN B., KOSE T., CALISKAN M. K. Effectiveness of HERO 642 versus Hedström files for removing gutta-percha fillings in curved root canals: an ex vivo study. *International Endodontics Journal*, v. 42, p. 1050-1056, 2009.

BERGMANS L., VAN CLEYNENBREUGEL J., BEULLENS M., WEVERS M., VAN MEERBEEK B., LAMBRECHTS P. Smooth flexible versus active tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *International Endodontics Journal*, v. 35, n. 10, p. 820-88, 2002.

BIER C. A., SHEMESH H., TANOMARU-FILHO M., WESSELINK P. R., WU M. K. The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. *Journal of Endodontics*, v. 35, p. 236–8, 2009.

BLUM J. Y., MACHTOU P., ESBER S. Analysis of forces developed during root canal preparation with the balanced force technique. *International Endodontics Journal*, v. 30, p. 386-96, 1997.

CAPAR I. D., ARSLAN H., AKCAY M., UYSAL B. Effects of ProTaper Universal, ProTaperNext, and HyFlexInstruments on Crack Formation in Dentin. *Journal of Endodontics*, v. 40, n. 9, p. 1482–84, 2014.

COHEN S., BERMAN L. H., BLANCO L., BAKLAND L., KIM J. S. A demographic analysis of vertical root fractures. *Journal of Endodontics*, v. 32, p. 1160–3, 2006.

CUJÉ J., BARGHOLZ C., HULSMANN M. The outcome of retained instrument removal in a specialist practice. *International Endodontics Journal*, v. 43, p. 545–54, 2010.

DE-DEUS G., BRANDÃO M. C., BARINO B., et al. Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontics*, v. 110, p. 390–4, 2010.

DE-DEUS G., SILVA E. J., MARINS J., SOUZA E., NEVES ADE A., et al. Lack of causal relationship between dentinal microcracks and root canal preparation with reciprocation systems. *Journal of Endodontics*, v. 40, p. 1447-50, 2014.

EDLUND M., NAIR M. K., NAIR U. P. Detection of vertical root fractures by using cone-beam computed tomography: a clinical study. *Journal of Endodontics*, v. 37, p. 768–72, 2011.

ERTAS H., SAGSEN B., ARSLAN H., ER O., ERTAS E. T. Effects of physical and morphological properties of roots on fracture resistance. *European Journal of Dentistry*, v. 8, p. 261-4, 2014.

FERRAZ C. C., GOMES N. V., GOMES B. P., ZAIA A. A., TEIXEIRA F. B., SOUZA-FILHO F. J. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and 46 three engine-driven instrumentation techniques. *International Endodontics Journal*, v. 34, p. 354-8, 2001.

GAMBARINI G. The K3 rotary Nickel titanium instrument system. *Endodontic Topics*, v. 10, p. 179–82, 2005.

GONDIM J. R. , FIGUEIREDO ALMEIDA DE GOMES B. P., FERRAZ C. C., TEIXEIRA F. B., DE SOUZA-FILHO F. J. Effect of sonic and ultrasonic retrograde cavity preparation on the integrity of root apices of freshly extracted human teeth: scanning electron microscopy analysis. *Journal of Endodontics*, v. 28, p. 646–50, 2002.

GRAY G. J., HATTON J. F., HOLTZMANN D. J., JENKINS D. B., NIELSEN C. J. Quality of root-end preparations using ultrasonic and rotary instrumentation in cadavers. *Journal of Endodontics*, v. 26, p. 281–3, 2006.

HIN E. S., WU M. K., WESSELINK P. R., et al. Effects of SAF, Mtwo and ProTaper on the root canal wall. *Journal of Endodontics*, v. 39, p. 262–4, 2003.

HOF R., PEREVALOV V., ELTANANI M., ZARY R., METZGER Z. The selfadjusting file (SAF). Part 2: mechanical analysis. *Journal of Endodontics*, v. 36, p. 691–6, 2010.

KANSAL R., RAJPUT A., TALWAR S., ROONGTA R., VERMA M. Assessment of dentinal damage during canal preparation using reciprocating and rotary files. *Journal of Endodontics*, v. 40, p. 1443-6, 2014.

KIM H. C., LEE M. H., YUM J., VERSLUIS A., LEE C. J., KIM B. M. Potential relationship between design of nickel-titanium rotary instruments and vertical root fracture. *Journal of Endodontics*, v. 36, p. 1195–9, 2010.

KIM H. C., KWAK S. W., CHEUNG G. S., KO D. H., CHUNG S. M., LEE W. Cyclic fatigue and torsional resistance of twonew nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus Wave One. *Journal of Endodontics*, v. 38, n. 4, p. 541–44, 2012.

LIU R., HOU B. X., WESSELINK P. R., WU M. K., SHEMESH H. The incidence of root microcracks caused by 3 different single-file systems versus the ProTaper system. *Journal of Endodontics*, v. 39, p. 1054-6, 2013.

MATSUSHITA-TOKUGAWA M., MIURA J., IWAMI Y., SAKAGAMI T., et al. Detection of Dentinal Microcracks Using Infrared Thermography. *Journal of Endodontics*, v. 39, p. 88–91, 2013.

OLIVEIRA D. P., BARBIZAM J. V., TROPE M., TEIXEIRA F. B. Comparison between guttapercha and resilon removal using two different techniques in endodontic retreatment. *Journal of Endodontics*, v. 32, p. 362–4, 2006.

OZER S. Y. Detection of vertical root fractures of different thicknesses in endodontically enlarged teeth by cone beam computed tomography versus digital radiography. *Journal of Endodontics*, v. 36, p. 1245–9, 2010.

OZER S. Y. Detection of vertical root fractures by using cone beam computed tomography with variable voxel sizes in an in vitro model. *Journal of Endodontics*, v. 37, p. 75-9, 2011.

PAQUÉ F, ZEHNDER M, DE-DEUS G. Microtomography-based comparison of reciprocating single-file F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. *Journal of endodontics*, v. 37, p. 1394-7, 2011.

PASQUALINI D., SCOTTI N., TAMAGNONE L., ELLENA F., BERUTTI E. Hand-operated and rotary ProTaper instruments: a comparison of working time and number of rotations in simulated root canals. *Journal of Endodontics*, v. 34, n. 3, p. 314-17, 2008.

PETERS O. A., PETERS C. I., SCHÖNENBERGER K., BARBAKOW F. ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *International Endodontics Journal*, v. 36, p. 93–9, 2003.

PITTS DL, NATKIN E. Diagnosis and treatment of vertical root fractures. *Journal of Endodontics*, v. 9, p. 338–46, 1983.

PRIYA N. T., et al. DENTINAL MICROCRACKS AFTER ROOT CANAL PREPARATION II A Comparative Evaluation with Hand, Rotary and Reciprocating Instrumentation. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, v. 8, n. 12, p. 70-72, 2014.

Ruddle, C.J. The ProTaper endodontic system: geometries, features, and guidelines for use. *Dentistry today*, v.20, p. 60-67, 2001.

SAUNDERS W. P., SAUNDERS E. M., GUTMANN J. L. Ultrasonic root-end preparation, part II: microleakage of EBA root-end fillings. *International Endodontics Journal*, v. 27, p. 325–9, 1994

SHEMESH H., BIER C. A., WU M. K., TANOMARU-FILHO M., WESSELINK P. R. The effects of canal preparation and filling on the incidence of dentinal defects. *International Endodontics Journal*, v. 42, p. 208-13, 2009.

SHEMESH H., ROELEVELD A. C., WESSELINK P. R., et al. Damage to root dentin during retreatment procedures. *Journal of Endodontics*, v. 37, p. 63–6, 2011.

SHEPARD S. M., AHMED T., LHOTA J. R. Experimental considerations in vibrothermography. *Procediments SPIE*, v. 5405, p. 332–5, 2004.

SLATON C., LOUSHINE R., WELLER R. N., PARKER M. H., KIMBROUGH F., PASHLEY D. Identification of resected root-end dentinal cracks: a comparative study of visual magnification. *Journal of Endodontics*, v. 29, p. 519–22, 2003

TASDEMIR T., YESILYURT C., CEYHANLI K. T., CELIK D., ER K. Evaluation of apical filling after root canal filling by 2 different techniques. *Journal Canadian Dental Association*, v. 75, p. 201–207, 2009.

TESTORI T., BADINO M., CASTAGNOLA M. Vertical root fractures in endodontically treated teeth: a clinical survey of 36 cases. *Journal of Endodontics*, v. 19, p. 87–91, 1993.

TSESIS I., ROSENBERG E., FAIVISHEVSKY V., KFIR A., KATZ M., ROSEN E. Prevalence and associated periodontal status of teeth with root perforation: a retrospective study of 2002 patients' medical records. *Journal of Endodontics*, v. 36, p. 797–800, 2010.

VARELA-PATIÑO P., IBAÑEZ-PÁRRAGA A., RIVAS-MUNDIÑA B., CANTATORE G., OTERO X. L., MARTIN-BIEDMA B. Alternating versus continuous rotation: a

comparative study of the effect on instrument life. *Journal of Endodontics*, v. 36, p. 157–59, 2010.

VAUDT J., BITTER K., NEUMANN K., KIELBASSA A. M. Ex vivo study on root canal instrumentation of two rotary nickel-titanium systems in comparison to stainless steel hand instruments. *International Endodontics Journal*, v. 42, p. 22–33, 2009.

WALIA H. M., BRANTLEY W. A., GERSTEIN H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *Journal of Endodontics*, v. 14, p. 346-51, 1988.

WILCOX L. R., ROSKELLEY C., SUON T. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. *Journal of Endodontics*, v. 23, p. 533-4, 1997.

WRIGHT JR. H. M., LOUSHINE R. J., WELLER R. N., KIMBROUGH W. F., WALLER J., PASHLEY D. H. Identification of Resected Root-End Dentinal Cracks: A Comparative Study of Transillumination. *Journal of Endodontics*, v. 30, n. 10, p. 712-5, 2004.

YARED G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: Preliminary observations. *International Endodontics Journal*, v. 41, p. 339- 44, 2008.

YOLDAS O., YILMAZ S., ATAKAN G., KUDEN C., KASAN Z. Dentinal microcrack formation during root canal preparations by different NiTi Rotary instruments and the self-adjusting file. *Journal of Endodontics*, v. 38, p. 232- 5, 2012.

YOU S. Y., BAE K. S., BAEK S. H., KUM K. Y., SHON W. J., LEE W. Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. *Journal of Endodontics*, v. 36, p. 1991-4, 2010.