

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Hiago Gomes Duarte Pires Dias

**CONSIDERAÇÕES SOBRE A REMOÇÃO DE INSTRUMENTOS FRATURADOS
NO INTERIOR DE CANAIS RADICULARES**

Governador Valadares

2022

Hiago Gomes Duarte Pires Dias

**CONSIDERAÇÕES SOBRE A REMOÇÃO DE INSTRUMENTOS FRATURADOS
NO INTERIOR DE CANAIS RADICULARES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Odontologia, do Instituto de Ciências da Vida, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Binato Junqueira

Governador Valadares

2022

Dias, Hiago Gomes Duarte Pires .

Considerações sobre a remoção de instrumentos fraturados no interior de canais radiculares / Hiago Gomes Duarte Pires Dias. -- 2022.

20 p.

Orientador: Rafael Binato Junqueira

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Faculdade de Odontologia, 2022.

1. Endodontia. 2. Fratura. 3. Remoção. 4. Instrumentos. 5. Canais radiculares. I. Junqueira, Rafael Binato , orient. II. Título.

Hiago Gomes Duarte Pires Dias

**CONSIDERAÇÕES SOBRE A REMOÇÃO DE INSTRUMENTOS FRATURADOS
NO INTERIOR DE CANAIS RADICULARES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Odontologia, do Instituto de Ciências da Vida, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Aprovada em 04 de agosto de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rafael Binato Junqueira – Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares

Prof. Dr. Bernardo César Costa

Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares

Prof^a. Dr^a. Francielle Silvestre Verner

Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre acreditaram e apoiaram os meus sonhos e fazem de tudo para que se tornem realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pela sabedoria e discernimento ao longo desta caminhada.

Aos meus pais, por serem nossa fonte de inspiração e nossos alicerces em todas as etapas de nossa vida. Aos nossos familiares pelo apoio, carinho e amor.

À Universidade Federal de Juiz de Fora (Campus Governador Valadares) por ter me recebido com todas as condições que me proporcionou conhecimentos importantíssimos.

Aos mestres pela paciência, disciplina e sabedoria. Obrigado pelos ensinamentos e experiências.

Ao orientador, Prof. Dr. Rafael Binato Junqueira, pelo zelo, compreensão, disponibilidade e paciência ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos, pelos momentos vividos e compartilhados.

“Tudo fluí” e “Nada é permanente, exceto a mudança”.

(Heráclito)

RESUMO

A fratura de instrumentos endodônticos no interior de canais radiculares, geralmente causada pelo emprego incorreto, a fadiga e a pouca flexibilidade, constitui uma complicação que pode levar ao fracasso do tratamento. A permanência do fragmento no interior do canal normalmente pode não levar a nenhum problema, o que irá depender de fatores como localização da fratura, presença de lesão periapical e *status* pulpar. A remoção destes fragmentos ainda é questionável, assim como a técnica mais indicada para a resolução dos casos. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo realizar uma revisão de literatura acerca das técnicas e dispositivos empregados com a finalidade de remoção de instrumentos fraturados no interior de canais radiculares, bem como discutir os fatores que levam à ocorrência desta complicação. Conforme a literatura pesquisada, diversos métodos foram propostos para a remoção de instrumentos, destacando-se o aparelho ultrassônico, o uso da agulha hipodérmica com cianoacrilato, o “kit Masserann” e o uso de limas em menor calibre (sistema *by-pass*). Verificou-se que é necessário que o cirurgião-dentista alie conhecimento técnico e científico para a resolução de cada caso, uma vez que, apesar da diversidade de técnicas e aparelhos disponíveis, não existe, ainda, um protocolo padrão para a remoção destes fragmentos. Portanto, a melhor forma de garantir o sucesso é a prevenção da fratura de instrumentos.

Palavras-chave: Canais Radiculares. Endodontia. Fratura. Instrumentos. Remoção.

ABSTRACT

Fracture of endodontic instruments inside root canals, usually caused by incorrect use, fatigue, and poor flexibility is a complication that may lead to the treatment failure. The permanence of the fragment inside the canal may not normally lead to any problems, which will depend on factors such as fracture location, presence of periapical lesion and pulp status. The removal of these fragments is still questionable, as is the most suitable technique for resolving cases. Thus, the present work aimed to carry out a literature review about the techniques and devices used to remove fractured instruments inside root canals, as well as to discuss the factors that lead to the occurrence of this complication. According to the researched literature, several methods are proposed for removing them from the root canal, highlighting the ultrasonic device, the use of a hypodermic needle with cyanoacrylate, the “Masserann kit” and the use of files of smaller caliber. It was concluded that it is necessary for the dentist to combine technical and scientific knowledge to solve each case, once despite the various techniques and devices available, there is still no standard protocol for the removal of these fragments. Therefore, the best way to ensure success is to prevent instrument fracture.

Keywords: Endodontics. Fracture. Removal. Instruments. Root Canals.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	09
2	DESENVOLVIMENTO.....	11
3	CONCLUSÃO	15
	REFERÊNCIAS.....	16

1 INTRODUÇÃO

A limpeza e a modelagem adequadas do sistema de canais radiculares são realizadas com o auxílio de instrumentos endodônticos, entre eles as limas manuais e mecanizadas, frequentemente fabricadas em aço inoxidável ou níquel-titânio (NiTi). Durante o seu uso na clínica, a fratura de tais instrumentos tem gerado transtornos e preocupações aos endodontistas, pois esse tipo de falha pode dificultar a evolução e o sucesso da terapia endodôntica (LOPES; SIQUEIRA JR., 2004). A obstrução dos canais radiculares pode impedir a execução do preparo químico-mecânico e, por conseguinte, o selamento dos mesmos por meio da obturação. Além disso, a permanência de micro-organismos pode levar à manutenção ou surgimento de novas lesões periapicais (FELDMAN et al., 1974).

A fratura dos instrumentos pode ocorrer por torção, flexão rotativa (tensões extrusivas e compreensivas) e por suas combinações (SETO; NICHOLLS; HARRINGTON, 1990). Durante o preparo químico-mecânico, os instrumentos endodônticos sofrem tensões adversas que modificam continuamente a resistência à torção e à flexão rotativa, o que varia de acordo com a anatomia do canal, dimensões dos instrumentos e com a habilidade do profissional (LOPES et al., 2011). A flexão é sucedida por fadiga cíclica e ocorre, geralmente, no ponto médio da curvatura maior do canal (PRUETT; CLEMENT; CARNES JR., 1997). Por outro lado, a torção manifesta-se quando a ponta do instrumento fica bloqueada no canal radicular, enquanto o remanescente continua a rodar, verificando-se o desenrolar das espiras do instrumento até à ruptura (YUM et al., 2011).

Quando tais acidentes acontecem, uma alternativa é a remoção do fragmento fraturado para permitir a manipulação do canal radicular em toda a sua extensão (FELDMAN et al., 1974; HULSMANN; SCHINKEL, 1999). A primeira opção na tentativa de remoção são as manobras mais simples, tais como sobrepassar o instrumento com limas manuais, e tracioná-lo, o que além de acessível, não desgasta excessivamente as paredes dentinárias como outras formas de remoção (OLIVEIRA, 2003).

O ultrassom tem se mostrado um auxiliar efetivo na remoção de cones de prata, instrumentos fraturados e pinos cimentados intracanal (FABRICIO, 2014), por meio de um alargamento da porção coronal ao fragmento, criando uma plataforma para facilitar a visualização e manipulação deste antes de se promover a agitação

ultrassônica. Durante seu uso, o fragmento desprende-se das paredes do canal e pode ser removido (RUDDLE, 2004).

Diante do fragmento retido, o cirurgião dentista deve ponderar entre os benefícios da sua remoção e o prejuízo que pode causar à estrutura dentária remanescente, proveniente da tentativa de remoção. Além disso, o clínico deve avaliar o *status* pulpar, a presença de infecção, o diâmetro e anatomia do canal radicular e o tipo, comprimento e localização do instrumento fraturado (SUTER; LUSSI; SEQUEIRA, 2005; GENCOGLU; HELVACIOGLU, 2009).

O objetivo neste trabalho foi realizar uma revisão de literatura acerca das técnicas e dispositivos empregados com a finalidade de remoção de instrumentos fraturados no interior de canais radiculares, bem como discutir os possíveis fatores que levam à ocorrência desta complicação.

2 DESENVOLVIMENTO

Algumas situações podem dificultar o processo de uma terapia endodôntica, como por exemplo, a presença de instrumentos fraturados dentro dos canais radiculares. Essas fraturas em instrumentos podem acontecer por vários fatores, como a falta de habilidade do operador, o uso da força excessiva, o desgaste do instrumento e a presença de canais curvos e atrésicos. Diante destas situações, é necessário a remoção dos fragmentos para dar continuidade ao tratamento, entretanto, este é um procedimento complexo de se executar ou até impossível. Existem várias técnicas para se alcançar tal objetivo, desde o uso do ultrassom a pinças especiais (NAVARRO; ARASHIRO; FERREIRA; TOMAZINHO, 2013).

O bloqueio de canais radiculares por fratura de instrumentos ou limas durante a terapia endodôntica é uma complicação desvantajosa e que gera impacto no sucesso do tratamento. Quando isso acontece é necessário um planejamento que visa a remoção do instrumento fraturado, o que pode ser realizado por diferentes métodos (SILVA & ALMEIDA, 2020).

De acordo com Silva (2004), atualmente a Endodontia utiliza-se de diversas técnicas, o que pode proporcionar grandes taxas de sucesso do tratamento. Contudo, também podem ocorrer diversos acidentes ao se tratar os canais radiculares, como a fratura de instrumentos endodônticos. Dentre os vários motivos para tal acidente, estão o processo de fabricação do instrumento, as particularidades da morfologia dos canais e a forma de utilização do instrumento pelo profissional.

Segundo Oliveira (2018), o tratamento endodôntico visa o selamento adequado dos canais radiculares a fim de evitar a disseminação da infecção e permitir o reparo dos tecidos periapicais. Entretanto, alguns acidentes e complicações podem ocorrer durante o tratamento, tais como a fratura de instrumentos no interior do canal radicular, considerada como um dos mais desagradáveis e que pode ser prejudicial para o sucesso endodôntico. Diversas técnicas têm sido propostas para a remoção dos instrumentos fraturados, mas ainda não existe um consenso na literatura e o clínico pode se questionar sobre qual melhor conduta em cada caso. Assim, é necessário que o cirurgião-dentista alie conhecimento técnico e científico para a resolução do caso, pois apesar das várias técnicas e aparelhos disponíveis não existe, ainda, um protocolo padrão para a

remoção destes fragmentos. Portanto, a melhor forma de garantir o sucesso é a prevenção da fratura de instrumentos.

Fachin (1999), relatou que ao longo dos anos foi possível verificar altos índices de insucessos nas avaliações de tratamentos endodônticos realizados em diversos lugares e por diferentes autores. Tal situação está relacionada ao despreparo do operador frente à complexidade da morfologia do canal radicular e pelas limitações da técnica endodôntica e radiográfica. Vários fatores podem levar ao insucesso, tais como erros na seleção do caso, omissão de canais ou erros técnicos (precariedade da cadeia asséptica ou na condensação lateral na técnica de obturação, subobturações e sobreobturações). A presença de instrumentos fraturados ou cones de prata também contribuem para os insucessos.

Leal (1998) & Marques (2002), destacaram que, apesar das várias técnicas e aparelhos disponíveis para a resolução dos casos, não existe um procedimento padrão para a remoção de instrumentos fraturados do interior dos canais radiculares, cabendo ao profissional decidir qual a melhor terapêutica a ser empregada sendo que, em algumas situações, pode ser necessária a complementação cirúrgica.

Conforme Pereira et al. (2005), os instrumentos endodônticos são feitos de ligas de aço inoxidável ou níquel-titânio (NiTi) e são usados mecanicamente na instrumentação de canais radiculares. Podem sofrer tensões que variam de acordo com a anatomia. Assim, o não conhecimento das propriedades mecânicas dos materiais, as tensões, e a inexperiência clínica do profissional podem levar à ruptura no interior do canal.

Machado et al. (2010), consideraram que entre as intercorrências mais comuns na Endodontia encontra-se a ruptura de instrumentos no interior dos canais radiculares, seja por profissionais experientes na área ou por clínicos gerais. Essa, muitas vezes, assusta e aflige quem a pratica, impedindo as manobras de sanificação e podendo resultar no insucesso do tratamento. Frente a essa condição, a remoção dos fragmentos é fundamental para a continuidade da terapia. Entretanto, muitas vezes, esse é um procedimento de difícil execução ou pode ser impossível de ser realizado. No entanto, as tentativas de ultrapassagem ou remoção não devem ser descartadas, pois contribuem significativamente para a obtenção de um melhor prognóstico.

Segundo Oliveira (2003), a fratura de instrumentos no interior de canais radiculares impede, muitas vezes, a obturação e o alcance de um resultado eficaz do tratamento. O ideal seria a retirada do fragmento, apesar da dificuldade e muitas vezes a impossibilidade. Dentre as técnicas para remoção, destaca-se o “*Endo Extractor*”, que consiste no uso de trépanos e tubos metálicos associados a um adesivo de cianoacrilato. O aparelho ultrassônico é outro método utilizado, onde por meio de sua vibração promove o deslocamento do instrumento, facilitando a remoção. Outra técnica utiliza uma agulha hipodérmica com cianoacrilato que engloba o instrumento fraturado levando-o até a embocadura do canal. O “*kit Masserann*” consiste em uma série de instrumentos de diferentes tamanhos que são usados para aumentar a dilatação do canal, facilitando a remoção do instrumento fraturado. Limas de menor calibre podem ser utilizadas empregando o sistema *bypass* que visa criar espaço entre as paredes do canal ou usadas para promover o deslocamento dos instrumentos fraturados com movimentos ao seu redor, de maneira em que se movimenta em sentido a coroa (SILVA & ALMEIDA, 2020).

Santos et al. (2014) destacaram que em tratamentos endodônticos em que ocorrem fraturas de instrumentos, as mesmas podem ocorrer por falta de habilidade do operador, fadiga cíclica ou torção do instrumento. Também consideraram como os fatores que condicionam o sucesso final do tratamento o grau de curvatura, o tipo de dente e a sua anatomia interna.

De acordo com Azevedo (2016), no passado, os instrumentos endodônticos eram confeccionados a partir de cordas de piano. Posteriormente passaram a serem construídos de aço de carbono, o que levava à corrosão devido ao cloro presente no hipoclorito de sódio e aos processos de esterilização a vapor. Surgiram então os instrumentos de aço inoxidável, com grande resistência e dureza, mas com algumas desvantagens devido à inflexibilidade. Atualmente, os instrumentos de NiTi garantem uma melhor flexibilidade e efeito de memória de forma.

Alves (2020), ressaltou que o cirurgião dentista precisa avaliar o caso para saber das possibilidades de se remover ou não um fragmento fraturado. Destacou a existência de diversas opções terapêuticas, como: remoção do fragmento via canal; passagem pelo fragmento e obturação em seguida ou cirurgia pararendodôntica.

Segundo Azevedo (2016), a fratura de instrumentos em Endodontia pode ocorrer por dois grandes fatores: torção e flexão por fadiga cíclica, podendo também ser a conjugação de ambos. Fatores anatômicos, como a curvatura e a largura do canal ou outros como ciclos de esterilização e número de usos podem influenciar numa fratura mais precoce dos instrumentos. A incidência desta complicação, embora pouco frequente, pode ser reduzida a um mínimo absoluto se os clínicos usarem as características de torque adequadas. Um bom conhecimento dos procedimentos clínicos, da anatomia, dos materiais e a utilização de instrumentos como o microscópio podem ajudar a prevenir as fraturas.

Lopes e Elias (2001) descreveram dois tipos de falhas que ocorrem nos instrumentos endodônticos de NiTi acionados por motor: falha por torção e falha por reflexão. A primeira é causada por um esforço de carregamento que determina a deformação plástica na lâmina cortante do instrumento, de forma que o carregamento contínuo ultrapassa o limite de resistência à fratura, provocando a falha do instrumento. Desta forma, a fratura por torção acontece quando a ponta da lima fica imobilizada no interior do canal radicular. A fratura por reflexão tem como causa as tensões de tração e compressão geradas na região de reflexão do instrumento. Neste caso, a repetição do carregamento, mesmo com a tensão abaixo do limite de escoamento, leva à nucleação de trincas, as quais crescem, coalescem e se propagam até a fratura do instrumental.

Cherukara, Pollock e Wright (2002) analisaram, em seu relato de caso, o uso de instrumentos ultrassônicos para a remoção de pinos endodônticos fraturados no interior dos canais radiculares e descreveram o uso de um dispositivo sônico para desalojar e remover dois pinos endodônticos pré-fabricados de metal fraturados propositalmente no interior dos canais, apresentando variadas técnicas para a resolução de tal problema. Marques (2002) destacou que a melhor forma para resolução é conseguir passar pelo fragmento, desalojá-lo e removê-lo através de irrigação/aspiração. Entretanto, o profissional também pode conseguir passar pelo fragmento, sem soltá-lo e sem necessidade de removê-lo.

3 CONCLUSÃO

Com base na literatura revisada, verificou-se que a maioria das fraturas dos instrumentos endodônticos se dá por torção ou flexão, e diferentes técnicas são descritas para a sua remoção do interior do canal radicular, destacando-se o aparelho ultrassônico, a agulha hipodérmica com cianoacrilato, o “*kit Masserann*” e a ultrapassagem com limas de menor calibre.

A permanência do fragmento no interior do canal radicular pode ou não gerar complicações, o que irá depender de fatores como localização da fratura, presença de lesão periapical e *status* pulpar. Portanto, o tratamento pode incluir desde a remoção do instrumento até a preservação clínico-radiográfica do caso.

REFERÊNCIAS

- ALVES, F. A. S. **Intercorrência endodôntica como consequência de uma anatomia complexa: relato de caso.** Monografia (Especialização em Endodontia), Faculdade de Sete Lagoas, Natal, 2020.
- AZEVEDO, R. M. P. **Remoção de instrumentos fraturados em Endodontia.** Dissertação (Mestrado em Medicina Dentária), Universidade Fernando Pessoa Faculdade de Ciências da Saúde, Porto, 2016.
- CHERUKARA, G. P.; POLLOCK, G. R.; WRIGHT, P. S. **Case report: removal of fractured endodontic posts with a sonic instrument.** Eur J Prosthodont Restor Dent, v.10, n.1, p.23, 2002.
- FACHIN, E. V. F. **Considerações sobre Insucessos na Endodontia.** R. Fac. Odontol, v. 40, n. 1, p. 08-10, 1999.
- FELDMAN, G.; SOLOMON, C.; NOTARO, P; MOSKOWITZ, E. **Retrieving broken endodontic instruments.** J Am Dent Assoc., v. 88, n. 3, p. 588-591, mar, 1974.
- GENCOGLU, N.; HELVACIOGLU, D. **Comparison of the Defferent Techniques to Remove Fractured Endodontic Instruments from Root Canal Systems.** Eur J Dent., v. 3, p. 90-95, Apr. 2009.
- HULSMANN, M.; SCHINKEL, L. **Influence of several factors on the success or failure of removal of fractured instruments from the root canal.** Endod. Dent. Traumatol., Copenhagen, v. 15, no. 6, p. 252-258, Dec. 1999.
- LEAL, J. M. Seleção de Casos Para o Tratamento de Canais Radiculares. In: LEONARDO, M. R.; LEAL, J. M. **Endodontia – Tratamento de Canais Radiculares.** cap. 8 p. 177-188, 3. ed. São Paulo: Panamericana, 1998.
- LOPES, H. P; ELIAS, C. N. **Fratura dos instrumentos endodônticos de NiTi acionados a motor.** Fundamentos teóricos e práticos. Rev Bras Odontol, v. 58, n. 3, p. 207-10, 2001.
- LOPES, H. P., SIQUEIRA, J. F. **Endodontia - Biologia e Técnica,** 2 ed. Rio de Janeiro, Brasil, Editora Medsi – Editora Guanabara Koogan, 2004.
- LOPES, H. P.; SOUZA, L. C.; SILVEIRA, A. M. V.; VIEIRA, M. V. B.; ELIAS, C. N. **Fratura dos instrumentos endodônticos.** Recomendações clínicas. Revista Brasileira de Odontologia, Rio de Janeiro, v. 68, n. 2, p. 152-6, jul-dez, 2011.
- MACHADO, M. E.; SAPIA, L. A.; CAI, S.; MARTINS, G. H.; NABESHIMA, C. K. **Comparison of two rotatory systems in root canal preparation regarding disinfection.** J Endod. v. 36, n.7, p.1238-40. 2010.

MARQUES, M. G. **Falhas e Incidentes em Endodontia e a Responsabilidade Civil do Cirurgião-Dentista**. Monografia (Especialização em Endodontia) - Fundação Educacional de Barretos, Barretos. 2002.

NAVARRO, J. F. B.; ARASHIRO, F. N.; FERREIRA, L. C.; TOMAZINHO, L. F. **Tratamento de canais com instrumentos fraturados**: relato de casos. UNINGÁ Review. Abr. v.14, n.1., p. 79-84, 2013.

OLIVEIRA, M. D. C. **Remoção de instrumento endodôntico fraturado no interior do canal radicular**: Caso Clínico. Biblioteca Virtual em Saúde. JBE, J. Bras. Endod ; 4(14): 186-190, Jul./Set. 2003.

OLIVEIRA, K. C. **Acidentes e complicações na Endodontia**: fratura de instrumentais endodônticos: revisão de literatura / Karen Cristina de Oliveira, Samylla Oliveira dos Santos. – Uberaba, MG, 2018.

PEREIRA, C.C.; TROIAN, C.H.; GOMES, M.S.; VIEGAS, A.P.K. **Remoção de instrumento endodôntico fraturado empregando uma variação do dispositivo Endo Extractor. Caso clínico**. Revista de Endodontia Pesquisa e Ensino Online, v. 1, n. 1, jan-jun, 2005.

PRUETT, J. P.; CLEMENT, D. J.; CARNES JR, D.L. **Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments**. J Endod, v. 23, p. 77-85, 1997.

RUDDLE, C. J. **Nonsurgical Retreatment**. J Endod., v. 30, n. 12, p. 82-45, 2004.

SETO, B. G.; NICHOLLS, J. I.; HARRINGTON, G. W. **Torsional properties of twisted and machined endodontic files**. J Endod, v. 16, n. 8, p. 355-60, 1990;

SANTOS, S. O.; GONÇALVES, R; COSTA, M; MADUREIRA, R. **Tratamento Endodôntico em dentes com instrumentos fraturados: Relato De Um Caso Clínico**. Rev. Rort estomatol med dent cir maxilofac. 2014.

SILVA, R. F. **Aspectos éticos, legais e terapêuticos da fratura de instrumentos endodônticos**. 155 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Piracicaba, SP; 2004.

SILVA, L. A.; ALMEIDA, L. N. N. **Métodos de remoção de instrumentos endodônticos fraturados no interior de canais radiculares**. Monografia (Graduação em Odontologia), Universidade de Uberaba, Uberaba, 2020.

SUTER, B.; LUSSI, A.; SEQUEIRA, P. **Probability of removing fractured instruments from root canals**. Int Endod J., v. 38, n. 6, p. 112-23, 2005.

YUM J.; CHEUNG, G. S.; PARK, J. K.; HUR, B.; KIM, H. C. **Torsional strength and toughness of nickel -titanium rotary files**. J Endod., v. 37, p. 382-6, 2011.