

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

GIOVANA SIOCHETA DA SILVA

AVALIAÇÃO DA FADIGA CÍCLICA, TORCIONAL E DEFLEXÃO ANGULAR DE UM
NOVO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO

Porto Alegre

2021

GIOVANA SIOCHETA DA SILVA

AVALIAÇÃO DA FADIGA CÍCLICA, TORCIONAL E DEFLEXÃO ANGULAR DE UM
NOVO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO

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

Orientador: Ricardo Abreu da Rosa

Porto Alegre

2021

Dados de catalogação-na-publicação:

Siócheta da Silva, Giovana
AVALIAÇÃO DA FADIGA CÍCLICA, TORCIONAL E DEFLEXÃO
ANGULAR DE UM NOVO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO / Giovana
Siócheta da Silva. -- 2021.
23 f.
Orientador: Ricardo Abreu da Rosa.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Odontologia, Curso de Odontologia, Porto Alegre,
BR-RS, 2021.

1. Endodontia. I. Abreu da Rosa, Ricardo, orient.
II. Título.

GIOVANA SIOCHETA DA SILVA

AVALIAÇÃO DA FADIGA CÍCLICA, TORCIONAL E DEFLEXÃO ANGULAR DE UM
NOVO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO

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

Porto Alegre, 24 de novembro de 2021.

Prof. Dr. Lucas Siqueira Pinheiro.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Marcos Vinícius Reis Só.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Aos meus pais, Rose e Orandir, pelo apoio e amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Rose e Orandir, por sempre acreditarem em mim, me dando todo suporte e amor necessários para chegar até aqui. Sem vocês, esse sonho não seria possível. Obrigada por serem meus melhores amigos e não medirem esforços para me ver feliz.

Ao meu namorado, Augusto, que esteve ao meu lado durante toda essa trajetória, acompanhando de perto momentos bons e ruins. Obrigada por ser um dos meus maiores incentivadores e acreditar em mim mesmo quando eu não acredito.

As minhas amigas e colegas de faculdade, Camila, Fabiane, Nayara, Natália e, em especial, a minha dupla, Gabriela, por terem compartilhado comigo momentos de angústia e, principalmente, de alegria. Nem nos meus melhores sonhos eu poderia imaginar conhecer pessoas tão incríveis e que vou levar para o resto da vida.

A minha colega de Iniciação Científica e amiga, Natália Abrahão, que foi uma grata surpresa do final da graduação. Obrigada por todas as dicas, conselhos e por sempre se fazer presente e disposta a ajudar.

Ao aluno de pós-graduação Gabriel Só, por compartilhar comigo seus conhecimentos e por ter sempre uma palavra amiga.

Ao meu querido orientador, Ricardo Abreu da Rosa, por ter confiado em mim e compartilhado comigo tanto conhecimento. Obrigada por ser essa pessoa amiga e paciente, e por nunca me deixar desassistida ao longo desses anos, estando sempre disposto a me ajudar. Foi uma honra ser aluna de um professor que é exemplo de profissional e de amor pelo aquilo que faz. Muito obrigada.

E, por fim, agradeço aos professores Marcus Vinicius Reis Só e Lucas Pinheiro por aceitarem ser minha banca e contribuir com o meu trabalho.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência à fadiga cíclica, torcional e deflexão angular de um novo instrumento endodôntico de níquel-titânio (NiTi) (Flat File 25.04) para preparo dos canais radiculares. Para os testes, foram selecionados 60 instrumentos: ProDesign Logic2 25.03 (n=20) e 25.05 (n=20) (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Brasil), e MK Flat File 25.04 (n=20) (MK Life, Porto Alegre, Brasil). Para o teste de fadiga cíclica, os instrumentos foram introduzidos em um canal artificial de aço inoxidável com uma angulação de 60° e um raio de curvatura de 5 mm localizado à 5 mm de sua ponta. O teste de fadiga cíclica foi realizado em temperatura ambiente controlada ($37^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$). O tempo e o número de ciclos para fratura foi gravado e calculado. O teste de torção foi baseado no protocolo ISO 3630-1, em que os 3 mm da ponta de cada instrumento foram fixados e conectados a um motor, um processador e uma célula de carga. O torque (N/cm) necessário para fraturar o instrumento foi obtido e a deflexão angular até o momento da fratura foi mensurada (em graus). Os dados foram analisados utilizando uma análise de variação unidirecional (ANOVA) e teste de Tukey com nível de significância de 5%. O instrumento Flat File 25.04 apresentou menor resistência à fadiga cíclica que os instrumentos Logic2 25.03 e 25.05 ($P < 0,05$). Flat File 25.04 apresentou torque similar ao Logic2 25.05 ($P < 0,05$) e ambos foram superiores ao Logic2 25.03 ($P < 0,05$). Os valores de deflexão angular foram diferentes para os três instrumentos testados ($P < 0,05$), em ordem decrescente conforme segue: Logic2 25.03, Logic2 25.05 e Flat File 25.04. As propriedades mecânicas dos instrumentos avaliados dependem das características geométricas dos instrumentos, tipo de liga de Ni-Ti utilizada, tratamento térmico da liga, processo de usinagem e fabricação dos instrumentos. O instrumento Flat File apresentou boas propriedades mecânicas após os testes de fadiga cíclica, torcional e deflexão angular.

Palavras-chave: Endodontia. Fadiga cíclica. Resistência torcional. Instrumentos de níquel-titânio.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the resistance to cyclic fatigue, torsional resistance and angular deflection of a new nickel-titanium (NiTi) (Flat File 25.04) instrument for root canal preparation. Sixty instruments were selected for the mechanical tests: ProDesign Logic2 25.03 (n=20) and 25.05 (n=20) (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Brazil), and MK Flat File 25.04 (n=20) (MK Life, Porto Alegre, Brazil). For the cyclic fatigue test, the instruments were introduced into an artificial stainless steel simulated canal with an angle of 60° and a radius of curvature of 5mm located 5mm from its tip. The cyclic fatigue test was performed at a controlled room temperature (37° ± 1°C). The time and number of cycles to fracture were recorded and calculated. The torsional resistance test was based on the ISO 3630-1 protocol, in which the 3mm tip of each instrument was fixed and connected to an electric motor, a processor and a load cell. The torque (N/cm) necessary to fracture the instrument was obtained and the angular deflection until the moment of fracture was measured (in degrees). Data were analyzed using a one-way analysis of variation (ANOVA) and Tukey's test with a significance level of 5%. Flat File 25.04 instrument had lower cyclic fatigue strength than the Logic 25.03 and 25.05 instruments (P < 0.05). Flat File 25.04 had similar torque to Logic2 25.05 (P < 0.05), and both were superior to Logic2 25.03 (P < 0.05). The angular deflection values were different for the three tested instruments (P < 0.05), as the following order: Logic2 25.03, Logic2 25.05 and Flat 25.04. The mechanical properties of the evaluated instruments depend on the geometric characteristics, Ni-Ti alloy, heat treatment of the alloy, machining and manufacturing process. Flat File instrument presented satisfactory mechanical properties after cyclic fatigue, torsional resistance and angular deflection tests.

Keywords: Endodontics. Cyclic fatigue. Torcional resistance. NiTi instruments.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 MATERIAIS E MÉTODOS	11
3.1 ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À FADIGA CÍCLICA.....	11
3.2 ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À FADIGA TORCIONAL E DEFLEXÃO ANGULAR.....	12
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	13
4 RESULTADOS.....	14
5 DISCUSSÃO.....	15
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
REFERÊNCIAS.....	19
ANEXOS A - PARECER DA COMPESQ	21

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da década de 90, os instrumentos endodônticos vem ganhando espaço na Endodontia. Atualmente, diversos sistemas são lançados continuamente no mercado e, muitas vezes, sem um respaldo científico para assegurar seu uso clínico. Instrumentos de ligas de níquel-titânio (NiTi) convencional apresentam características de super elasticidade e controle de memória, se encontrando predominantemente em fase austenita, porém, quando induzidos à quedas de temperatura e/ou aplicação de estresse mecânico, alteram sua fase para martensita, adquirindo maior flexibilidade (Miyai et al. 2006, Zupanc et al. 2018).

Entretanto, esses instrumentos estão sujeitos a falhas, seja por fratura torcional, deflexão angular ou por fadiga cíclica (Matín et al. 2003). Desse modo, tecnologias que priorizam variações na cinemática, velocidade de uso, design da secção transversal do instrumento e tratamentos térmicos de superfície têm sido propostos com o intuito de melhorar as suas propriedades mecânicas e, por consequência, seu desempenho clínico e segurança de uso (Zhang 2010, Shen et al. 2013, Ahmed et al. 2017, Tokita et al. 2017, Alcalde et al. 2018, Kim et al. 2019, Maki et al. 2019).

Recentemente, um novo instrumento nacional de NiTi para preparo do canal radicular foi lançado no mercado com o nome comercial de Flat File (MK Life, Porto Alegre, Brasil). Este instrumento apresenta tratamento térmico Gold e é comercializado em uma sequência de três instrumentos: 20.04, 25.04 e 35.04. Foram fabricados para serem utilizados em rotação contínua a uma velocidade de 500 rpm e torque 1.5 - 2N/cm, conforme recomendação do fabricante. Porém, o seu grande diferencial é o desenho inovador, com um lado do instrumento liso, sem lâmina de corte, com o intuito de possibilitar um maior espaço para a solução irrigadora, maior escape para detritos e menor parafusamento do instrumento no interior do canal radicular. De acordo com o fabricante, apresenta alto poder de corte e flexibilidade.

Instrumentos endodônticos de NiTi estão constantemente sujeitos a forças de tensão e compressão no interior do canal radicular, especialmente naqueles casos de curvaturas acentuadas. Além disso, em função da simplificação da técnica de preparo, muitas vezes utilizando apenas um instrumento ou uma sequência reduzida de instrumentos, há a possibilidade da ponta destes instrumentos estarem em íntimo contato com as paredes do canal radicular e sujeitas, portanto, a fraturas torcionais. Nesse sentido, testes mecânicos de

resistência torcional, deflexão angular e de resistência à fadiga cíclica devem ser realizados e os resultados comparados com instrumentos já existentes previamente à sua utilização clínica.

Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar um novo instrumento de NiTi (Flat File) com outro instrumento de fabricação nacional com dimensões similares (ProDesign Logic2) quanto às suas propriedades mecânicas de resistência torcional, deflexão angular e de resistência à fadiga cíclica. A hipótese nula do estudo é que não existem diferenças na resistência à fadiga cíclica, torcional e na deflexão angular destes instrumentos, independentemente da conicidade do instrumento e do tratamento térmico da liga.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Comparar um novo instrumento de NiTi (Flat File 25.04) com dois instrumentos de dimensões similares (ProDesign Logic2 25.03 e 25.05) quanto às suas propriedades mecânicas de resistência torcional, deflexão angular e de resistência à fadiga cíclica.

2.2 Objetivos Específicos

Investigar a resistência à fadiga cíclica de instrumentos Flat File 25.04 e ProDesign Logic2 25.03 e 25.05.

Investigar os valores de resistência à fadiga torcional de instrumentos Flat File 25.04 e ProDesign Logic2 25.03 e 25.05.

Comparar os valores de deflexão angular de instrumentos Flat File 25.04 e ProDesign Logic2 25.03 e 25.05.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A determinação do tamanho da amostra foi realizada utilizando o G*Power 3.1 para Windows (Heinrich Heine, University of Düsseldorf) e selecionando o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney do grupo de testes “t”. Um erro do tipo alfa de 0,05, uma potência do tipo beta de 0,95 e uma razão N2/N1 de 1 também foram adotados. Nesse sentido, 10 instrumentos para cada grupo foram utilizados para o teste de resistência à fadiga cíclica e 10 instrumentos para o teste de torção e deflexão angular.

Para os testes, foram selecionados um total de 60 instrumentos de NiTi: ProDesign Logic2 25.03 (n=20) e 25.05 (n=20) (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Brasil) e MK Flat File 25.04 (n=20) (MK Life, Porto Alegre, Brasil). Todos os instrumentos foram inspecionados por possíveis defeitos ou deformações sob microscópio (Alliance, São Paulo, Brasil) em uma magnificação de 16x.

Os instrumentos Flat File são comercializados em forma de blister estéril, não havendo a necessidade da esterilização prévia aos testes. Os instrumentos ProDesign Logic2 foram submetidos a um processo de esterilização de acordo com as normas do fabricante para simular uma condição prévia ao uso clínico.

Os testes mecânicos empregados para avaliação das propriedades mecânicas dos instrumentos foram: resistência à fadiga cíclica, fadiga torcional e deflexão angular

3.1 Análise da resistência à fadiga cíclica

Os testes foram realizados baseados nas especificações da International Organization for Standardization ISO 3630-1 (1992). Todos os instrumentos utilizados submetidos a análise de resistência à fadiga cíclica (dez para cada grupo de instrumentos) foram testados em temperatura ambiente controlada ($37^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$). Os instrumentos foram acoplados a um motor VDW Silver (VDW GmbH, Munich, Germany) que foi conectado ao dispositivo de fadiga cíclica. Os programas pré-definidos foram selecionados de acordo com as recomendações dos fabricantes. Os instrumentos ProDesign Logic2 25.03 e 25.05 foram utilizados em rotação contínua a 950 rpm com um torque de 2 N/cm e 4 N/cm, respectivamente, conforme recomendação do fabricante. Os instrumentos Flat File também foram utilizados em rotação contínua em 500 rpm e 2 N/cm de torque.

Os instrumentos foram posicionados em um dispositivo simulando um canal artificial feito à base de aço inoxidável, com um ângulo de curvatura de 60° e um raio de curvatura de 5 mm localizado à 5 mm da ponta do instrumento. A curvatura do canal artificial foi montada em um guia cilíndrico do mesmo material (raio de 5 mm). O dispositivo possui um arco externo com um sulco de 1 mm de profundidade que serviu como guia do trajeto dos instrumentos, mantendo estes na curvatura e permitindo que girassem livremente durante os testes. Este dispositivo permitiu uma posição precisa e reprodutível da curvatura que foi estabelecida para todos os instrumentos utilizados. Além disso, houve marcas com os ângulos de escolha para os testes, dessa forma, suas bases puderam ser fixadas na posição escolhida, tanto horizontalmente como verticalmente.

O tempo até a fratura foi registrado por um cronômetro digital, e os dados foram capturados por uma câmera digital para assegurar a precisão do tempo da fratura em segundos. Além disso, o tempo de fratura (em segundos) foi multiplicado pelo número de rotações por minuto/60 (número de rotações por segundo) para se obter o número de ciclos para fratura (NCF) de cada instrumento.

3.2 Análise da resistência à fadiga torcional e deflexão angular

Para os testes de torção foi utilizada uma máquina específica (Analgica, Belo Horizonte, Brasil) que mediu o torque e controlou o ângulo de rotação através da conexão a um computador, coletando todos os dados.

Dez instrumentos de cada sistema testado foram utilizados para esta etapa. Antes dos testes, o cabo de cada instrumento foi removido no ponto no qual estavam presos ao eixo de torção. Os 3 mm das pontas dos instrumentos foram presos a um mandril conectado a um motor elétrico. O motor elétrico foi operado no sentido horário a uma velocidade de 2 rpm. O torque foi medido por meio da força exercida sobre uma pequena célula de carga ligada a um braço de alavanca no longo eixo de torção.

3.3 Análise estatística

A análise preliminar dos dados foi realizada com o teste de Shapiro-Wilk, mostrando distribuição normal dos dados. A análise de variação unidirecional (ANOVA) e os testes de Tukey foram utilizados para comparações múltiplas e individuais. O software Prism 6.0 (GraphPad Software Inc., La Jolla, CA, EUA) foi usado como ferramenta analítica e o nível de significância foi estabelecido em 5%.

4 RESULTADOS

Os valores de médias e de desvio-padrão dos testes de fadiga cíclica (segundos e número de ciclos até a fratura) e torcional (torque máximo) e deflexão angular (ângulo de rotação) estão apresentados na Tabela 1.

O instrumento Flat File 25.04 apresentou menor resistência à fadiga cíclica que os instrumentos Logic 25.03 e 25.05 ($P < 0,05$). A maior resistência à fadiga cíclica foi observada para o instrumento Logic 25.03 ($P < 0,05$).

O instrumento Flat 25.04 apresentou torque similar ao instrumento Logic 25.05 ($P > 0,05$). O instrumento Logic 25.03 apresentou os menores valores de torque ($P < 0,05$).

Os valores de deflexão angular foram diferentes para os três instrumentos testados ($P < 0,05$), de acordo com a seguinte ordem decrescente: Logic 25.03, Logic 25.05 e Flat File 25.04.

Tabela 1 – Resultados (média \pm desvio padrão) para fadiga cíclica (em segundos), número de ciclos até a fratura (NCF), torque (N/cm) e deflexão angular (em graus) dos instrumentos testados.

Instrumento	Fadiga Cíclica	NCF	Torque	Deflexão Angular
Flat 25.04	194.89 \pm 5.81 A	1625 \pm 50 A	1.15 \pm 0.11 A	407.59 \pm 6.18 A
Logic 25.03	298.60 \pm 27.07 C	4734 \pm 427 C	0.43 \pm 0.06 B	862.43 \pm 103.45 C
Logic 25.05	237.30 \pm 42.99 B	3752 \pm 680 B	1.11 \pm 0.08 A	672.30 \pm 129.93 B

Letras maiúsculas diferentes na coluna indicam diferenças significativas após teste ANOVA um-fator e post hoc de Tukey ($P < 0,05$).

5 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos indicam diferenças entre os instrumentos testados para cada um dos testes mecânicos empregados. Nesse sentido, a hipótese nula foi rejeitada. Diversos fatores podem ter sido responsáveis pelos resultados obtidos neste estudo. Diferentes secções transversais podem influenciar os resultados de testes mecânicos, uma vez que secções com maior área estão ligadas a maior rigidez do instrumento, maior resistência flexural e maior resistência à torção (De Deus et al. 2014). Os instrumentos Logic apresentam secção transversal em hélice dupla, enquanto os instrumentos Flat File apresentam secção em S modificado. A flexibilidade dos instrumentos e seu desempenho em testes mecânicos também é influenciada pelo tipo de liga de NiTi utilizada e pelo tratamento térmico da liga. As limas Flat File apresentam liga de NiTi com tratamento térmico Gold, ao passo que as limas Logic apresentam ligas de memória controlada (CM wire). Estes últimos, com estrutura cristalina da liga predominantemente martensita que permite o controle da memória de forma da liga. Este processo permite a criação de instrumentos extremamente flexíveis e mais resistentes à fadiga cíclica, por exemplo, quando comparado com instrumentos “Gold” (Shen et al. 2013).

O instrumento Flat File apresentou menor resistência à fadiga cíclica do que os instrumentos Logic para ambas as conicidades (0.3 e 0.5). Esse fator pode ser explicado pela redução da sua massa metálica proveniente do fato de possuir um lado plano e apenas um lado com espiras de corte. Além disso, seu processo de fabricação por usinagem, a fim de conferir uma superfície lisa do instrumento, pode interferir negativamente nas características estruturais do instrumento, gerando maiores irregularidades nesta porção (Lopes et al 2010). Estas possíveis microtrincas podem evoluir para fratura do instrumento quando em situações de estresse clínico ou laboratorial da liga, como por exemplo, em áreas de curvatura onde a liga sofre estresse de tensão e compressão (Campbell et al. 2014). Os melhores valores de fadiga cíclica para os instrumentos Logic 25.03 em comparação aos instrumentos 25.05 podem ser justificados pela maior conicidade destes últimos, uma vez que instrumentos de mesma liga, mesmo tratamento térmico e mesmas características estruturais, porém com maior conicidade, tendem a apresentar menor resistência à fadiga cíclica (Ha et al. 2012). A análise de fadiga cíclica laboratorialmente é importante para estimarmos o número de ciclos necessários até a fratura do instrumento. Porém, cabe ressaltar que os instrumentos quando submetidos à este teste são levados ao estresse máximo, especialmente pelo fato de permanecerem estáticos no interior do canal simulado, gerando maiores áreas de concentração de estresse (tensão e

compressão) da liga em apenas uma determinada região do instrumento. Clinicamente, a utilização destes instrumentos no interior do canal deve ser realizada com movimentos de vai-e-vem a fim de dissipar este estresse em uma área maior do instrumento, minimizando o risco de fratura por fadiga cíclica.

Após o teste de resistência torcional, o instrumento Flat File apresentou valores superiores ao instrumento Logic 25.03 ($P < 0,05$) e similar ao Logic 25.05 ($P > 0,05$). Esse achado pode estar associado à sua maior conicidade em relação ao instrumento de conicidade 0.3, que resulta em uma maior resistência ao torque do que instrumentos com conicidade menores (De Deus et al. 2014). Maiores valores de resistência torcional estão associados a instrumentos com maior massa, seja em função de sua secção transversal, seu diâmetro de ponta ou de sua conicidade (Xu et al. 2006). A investigação desta propriedade é importante para estimar o valor de torque necessário para o instrumento fraturar no interior do canal simulado. Clinicamente, estes achados contribuem para que se possa trabalhar com estes instrumentos em um valor de torque inferior àquele necessário para causar sua fratura. Cabe ressaltar que este tipo de falha ocorre quando a ponta do instrumento fica presa no canal radicular e o instrumento segue girando acionado pelo motor, excedendo os valores máximos de torque pré-falha.

Por fim, é importante analisar os valores de deflexão angular previamente à falha por torção de instrumentos endodônticos. Este teste permite identificar o quanto o instrumento é capaz de se deformar, quando preso ao canal radicular, previamente à sua fratura por torção. Instrumentos com tratamentos térmicos que conferem maior flexibilidade e maciez à liga acabam por apresentar maior deformação antes da falha. Os valores de deflexão angular obtidos neste estudo foram diferentes para todos os sistemas analisados ($P < 0,05$). Os menores valores observados para o instrumento Flat File podem ser atribuídos ao seu tratamento térmico Gold, uma vez que o tratamento CM, realizado no processo de fabricação das limas Logic, confere maior flexibilidade e ductilidade (Shen et al. 2013). Soma-se a isso o fato de os instrumentos Flat File apresentarem secção em S modificada. Este tipo de secção é mais irregular em comparação com a secção em dupla hélice dos instrumentos Logic. Secções transversais assimétricas como a dos instrumentos Flat File geram pior distribuição do estresse quando em uso, tornando instrumentos deste tipo mais suscetíveis à fratura (Xu et al. 2006).

Os três instrumentos investigados neste estudo laboratorial apresentaram bom desempenho dentro dos parâmetros analisados e parecem seguros para o uso clínico. A escolha de apenas um instrumento para utilização em todas as situações clínicas não deve ser

encorajada. Pelo contrário, diante de cada situação clínica, o instrumento a ser utilizado deve contemplar as necessidades de cada caso em específico. Em casos de curvaturas acentuadas, a escolha do instrumento deve ser pautada considerando aqueles que apresentam maior grau de flexibilidade e maior resistência à fadiga cíclica. Por outro lado, em casos de maior atresia, maior necessidade de capacidade de corte, instrumentos que atendam estas exigências devem ser selecionados. Nestes casos, instrumentos com maior resistência à fratura torcional e maior capacidade de deflexão angular devem ser escolhidos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos achados desta pesquisa, os instrumentos Flat File apresentaram menores valores de resistência à fadiga cíclica e de deflexão angular em comparação com os instrumentos Logic 25.03 e 25.05 e valores de resistência à torção similares aos instrumentos Logic 25.05. O desempenho destes sistemas está associado a diversos fatores, como o tratamento térmico da liga, o design da secção transversal e a conicidade. Portanto, podemos concluir que os três instrumentos avaliados apresentaram boas propriedades mecânicas (resistência à fadiga cíclica, torcional e deflexão angular) e seu uso clínico é seguro.

REFERÊNCIAS

- Ahamed SBB, Vanajassun PP, Rajkumar K, Mahalaxmi S. Comparative Evaluation of Stress Distribution in Experimentally Designed Nickel-titanium Rotary Files with Varying Cross Sections : **J Endod** [Internet]. 2018;44(4):654–8.
- Alcalde MP, Duarte MAH, Bramante CM, de Vasconcelos BC, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, et al. Cyclic fatigue and torsional strength of three different thermally treated reciprocating nickel-titanium instruments. **Clin Oral Investig** [Internet]. 2018 May 9;22(4):1865–71.
- Campbell L, Shen Y, Zhou HM, Haapasalo M. Effect of fatigue on torsional failure of nickel-titanium controlled memory instruments. **J Endod**. 2014;40(4):562-5.
- De-Deus G, Leal Vieira VT, Nogueira da Silva EJ, Lopes H, Elias CN, Moreira EJ. Bending resistance and dynamic and static cyclic fatigue life of Reciproc and WaveOne large instruments. **J Endod**. 2014;40(4):575-9.
- Ha JH, Park SS. Influence of glide path on the screw-in effect and torque of nickel-titanium rotary files in simulated resin root canals. **Restor Dent Endod**. 2012;37(4):215-9.
- Hussne RP, Braga LC, Berbert FLC V, Buono VTL, Bahia MGA. Flexibility and torsional resistance of three nickel-titanium retreatment instrument systems. **Int Endod J** 2011; 44: 731–8.
- Kim HC, Kim HJ, Lee CJ, Kim BM, Park JK, Versluis A. Mechanical response of nickel-titanium instruments with different cross-sectional designs during shaping of simulated curved canals. **Int Endod J**. 2009;42(7):593–602.
- Lopes HP, Elias CN, Vieira VT, Moreira EJ, Marques RV, de Oliveira JC, Debelian G, Siqueira JF, Jr. Effects of electropolishing surface treatment on the cyclic fatigue resistance of BioRace nickeltitanium rotary instruments. **J Endod**. 2010;36(10):1653-7.

- Miyai K, Ebihara A, Hayashi Y, Doi H, Suda H, Yoneyama T. Influence of phase transformation on the torsional and bending properties of nickel-titanium rotary endodontic instruments. **Int Endod J**. 2006;39(2):119–26.
- Maki K, Ebihara A, Kimura S, Nishijo M, Tokita D, Okiji T. Effect of Different Speeds of Up-and-down Motion on Canal Centering Ability and Vertical Force and Torque Generation of Nickel-titanium Rotary Instruments. **J Endod** [Internet]. 2019 Jan;45(1):68-72.e1.
- Martín B, Zelada G, Varela P, Bahillo JG, Magán F, Ahn S, et al. Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments. **Int Endod J**. 2003;36(4):262–6.
- Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Peng B, Haapasalo M. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. **J Endod** [Internet]. 2013;39(2):163–72.
- Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Peng B, Haapasalo M. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. **J Endod**. 2013;39(2):163-72.
- Tokita D, Ebihara A, Miyara K, Okiji T. Dynamic Torsional and Cyclic Fracture behavior of ProFile Rotary Instruments at Continuous or Reciprocating Rotation as Visualized with High-speed Digital Video Imaging. **J Endod** [Internet]. 2017 Aug;43(8):1337–42.
- Zhang EW, Cheung GSP, Zheng YF. Influence of cross-sectional design and dimension on mechanical behavior of nickel-titanium instruments under torsion and bending: A numerical analysis. **J Endod** [Internet]. 2010;36(8):1394–8.
- Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys – a review. **Int Endod J**. 2018;51(10):1088–103
- Xu X, Eng M, Zheng Y, Eng D. Comparative study of torsional and bending properties for six models of nickel-titanium root canal instruments with different cross-sections. **J Endod** 2006; 32: 372–5.

ANEXO A – Parecer da COMPESQ



Dados Gerais:

Projeto Nº:	40632	Título:	AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UM NOVO INSTRUMENTO ENDODONTICO DE NIQUEL-TITANIO PARA PREPARO DOS CANAIS RADICULARES		
Área de conhecimento:	Endodontia	Início:	03/06/2021	Previsão de conclusão:	30/03/2022
Situação:	Projeto Não Iniciado				
Origem:	Faculdade de Odontologia Departamento de Odontologia Conservadora	Projeto Isolado com linha temática: Propriedades dos instrumentos e materiais endodônticos			
Local de Realização:	não informado				

Não apresenta relação com Patrimônio Genético ou Conhecimento Tradicional Associado.

Objetivo:

Comparar um novo instrumento de Ni-Ti (Flat File) com outro instrumento de dimensões similares (Prodesign Logic 2) quanto à suas propriedades mecânicas de resistência torsional, resistência flexural e de resistência a fadiga cíclica.

Palavras Chave:

PREPARO DO CANAL RADICULAR, INSTRUMENTOS ROTATÓRIO

Equipe UFRGS:

Nome: Ricardo Abreu da Rosa
Coordenador - Início: 03/06/2021 Previsão de término: 30/03/2022
Nome: GIOVANA SIOCHETA DA SILVA
Técnico: Digitador - Início: 03/06/2021 Previsão de término: 30/03/2022
Nome: MARCUS VINICIUS REIS SO
Pesquisador - Início: 03/06/2021 Previsão de término: 30/03/2022

Avaliações:

Comissão de Pesquisa de Odontologia - **Aprovado** em 21/05/2021 [Clique aqui para visualizar o parecer](#)

Anexos:

Projeto Completo **Data de Envio:** 03/05/2021
Concordância de Instituição **Data de Envio:** 03/05/2021