

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

GABRIELA PORTO BASTOS

TEMPO DE PREPARO E ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS DOS INSTRUMENTOS M®
E PROTAPER ® MANUAL APÓS PREPARO EM CANAIS SIMULADOS CURVOS

Porto Alegre

2024

GABRIELA PORTO BASTOS

TEMPO DE PREPARO E ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS DOS INSTRUMENTOS M®
E PROTAPER® MANUAL APÓS PREPARO EM CANAIS SIMULADOS CURVOS

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.

Orientador: Simone Bonato Luisi

Porto Alegre

2024

GABRIELA PORTO BASTOS

TEMPO DE PREPARO E ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS DOS INSTRUMENTOS M®
E PROTAPER® MANUAL APÓS PREPARO EM CANAIS SIMULADOS CURVOS

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, 15 de agosto de 2024.

Prof^a. Dr^a. Simone Bonato Luisi

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Marcus Vinicius Reis Só

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^a. Dr^a. Fabiana Soares Grecca

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

À minha avó, Maria do Carmo, que além de me ensinar a ler e escrever, possibilitou que eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

Tento colocar em palavras aquilo que sinto, apesar de achar que as palavras não refletem toda a gratidão que emano. Primeiramente agradeço à minha mãe, Renata, que me deu a vida e me ensinou a valorizar a educação. Mãe, obrigada por me incentivar a cursar o que sempre sonhei, independente dos obstáculos. Sem ti eu nada seria.

Agradeço, também, aos meus irmãos, Nathália, Raphael e Manuela, pelo amor e apoio incondicionais, bem como, a toda minha família.

Agradeço à minha namorada, Katiele, pelo cuidado e paciência nesse período, me motivando em todos os momentos.

Agradeço aos meus amigos de uma vida inteira, Thais, Brenda, Marcos, Gabriela, Francine e Manuela, por sempre acreditarem em mim.

Agradeço à minha afilhada, Cecília, por me dar forças sem ao menos precisar falar.

Agradeço aos meus colegas e amigos de graduação, especialmente à Gabriela Sampaio, que tornou todo esse processo mais leve e divertido. Poder contar com vocês foi essencial.

Agradeço ao sistema de cotas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, bem como, a Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE), por me possibilitarem o acesso ao ensino superior e auxiliarem a minha permanência na graduação.

Agradeço a minha orientadora, prof. Simone, por toda sua compreensão e paciência, me orientando com maestria.

Por fim, agradeço a todos que, de certa forma, contribuíram para a execução desse trabalho.

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo avaliar o tempo de execução de preparo e morfologia de instrumentos manuais de níquel-titânio, ao longo de 10 usos. Foram utilizados 60 canais simulados, com curvatura de 32°, os quais foram divididos em 2 grupos de acordo com o instrumento utilizado: M® e ProTaper® Manual. Foram utilizados 3 kits de instrumentos de cada grupo. Inicialmente foi realizada a exploração dos canais com lima tipo K #15 no comprimento de trabalho (CT), seguido pela sequência operatória de cada grupo: M® (Orifice Shaper #15/.10 e 15/.08, #20/.05 e #25/.05) e ProTaper® Manual (S1, SX, S2, F1). Iniciou-se a contagem do tempo no momento da utilização do primeiro instrumento de cada grupo e foi finalizado ao término do preparo. A cada troca de instrumento e durante o processo de irrigação e aspiração o cronômetro foi pausado. A avaliação morfológica foi feita em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), com os instrumentos M® #25/.05 e ProTaper® Manual F1, em 50X e 75X, nos seguintes momentos: após o quinto, sétimo e décimo uso. As eletromicrografias foram analisadas por três avaliadores, com experiência em MEV, os quais classificaram as imagens, quanto à presença de distorção das espiras e presença de defeitos. Como resultado, quando comparados os dois grupos (M® e ProTaper® Manual), com relação ao tempo de preparo, não se observou diferença estatística ($P > 0,05$). Quando comparadas as médias do tempo nos diferentes usos dos instrumentos do grupo M® não foi possível identificar diferença estatística ($P > 0,1970$), bem como, quando comparadas as médias do tempo nos diferentes usos dos instrumentos do grupo ProTaper® Manual ($P > 0,05$). Quanto à presença de distorções e defeitos, não foi observada diferença estatística, quando realizada comparação no mesmo grupo e entre os grupos nos seus diferentes momentos. Após a utilização em 10 preparos, os instrumentos M® e ProTaper® Manual não fraturaram e não apresentaram alterações morfológicas suficientes para influenciar o tempo de preparo ao longo dos usos.

Palavras-chave: endodontia; microscopia eletrônica; níquel-titânio; preparo de canal radicular; tempo.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the execution time of preparation and morphology of nickel-titanium manual instruments over 10 uses. Sixty simulated canals with a 32° curvature were used, divided into two groups according to the instrument used: M® and ProTaper® Manual. Three sets of instruments from each group were used. Initially, canal exploration was performed with a K-type #15 file at the working length (WL), followed by the operative sequence of each group: M® (Orifice Shaper #15/.10 and 15/.08, #20/.05, and #25/.05) and ProTaper® Manual (S1, SX, S2, F1). The time count started when the first instrument of each group was used and ended at the completion of the preparation. The timer was paused with each instrument change and during the irrigation and aspiration process. The morphological evaluation was performed using a Scanning Electron Microscope (SEM) with M® #25/.05 and ProTaper® Manual F1 instruments, at 50X and 75X, at the following moments: after the fifth, seventh, and tenth use. The electromicrographs were analyzed by three evaluators experienced in SEM, who classified the images regarding the presence of spiral distortion and defects. As a result, when comparing the two groups (M® and ProTaper® Manual), in relation to preparation time, no statistical difference was observed ($P>0.05$). When comparing the average time across different uses of the instruments in the M® group, no statistical difference was identified ($P>0.1970$), nor was there any when comparing the average time across different uses of the instruments in the ProTaper® Manual group ($P>0.05$). Regarding the presence of distortions and defects, no statistical difference was found when comparing within the same group and between groups at different moments. After 10 preparations, the M® and ProTaper® Manual instruments did not fracture and did not exhibit sufficient morphological alterations to influence the preparation time over the uses.

Keywords: endodontics; electron microscopy; nickel-titanium; root canal preparation; time.

CIP - Catalogação na Publicação

Bastos, Gabriela Porto

Tempo de preparo e alterações morfológicas dos instrumentos M® e ProTaper® Manual após preparo em canais simulados curvos / Gabriela Porto Bastos. -- 2024.

37 f.

Orientadora: Simone Bonato Luisi.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Curso de Odontologia, Porto Alegre, BR-RS, 2024.

1. Endodontia. 2. Instrumentos manuais NiTi. 3. Níquel-titânio. 4. Preparo do canal radicular. I. Luisi, Simone Bonato, orient. II. Título.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1	Liga de Níquel-Titânio	10
2.2	Instrumentos ProTaper® Manual	11
2.3	Instrumentos M®	12
2.4	Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	14
3	OBJETIVOS	16
3.1	Geral	16
3.2	Específicos	16
4	DESENVOLVIMENTO	17
4.1	Obtenção dos canais simulados e dos instrumentos endodônticos	17
4.2	Cálculo amostral	17
4.3	Preparo dos canais simulados	17
4.4	Análise do tempo de execução do preparo	18
4.5	Protocolo de limpeza e esterilização dos instrumentos endodônticos	19
4.6	Análise morfológica dos instrumentos	20
5	RESULTADOS	23
6	DISCUSSÃO	27
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

O preparo mecânico do sistema de canais radiculares é considerado uma etapa crítica da terapia endodôntica que requer adequado planejamento do profissional, devido as variações morfológicas presentes na anatomia dos canais, principalmente, relacionadas à curvatura do canal radicular. Por apresentar tais variações, diversas complicações podem ocorrer durante a instrumentação do sistema de canais, dentre elas: desvio do trajeto original, formação de degrau e perfurações radiculares. (Schäfer; Zapke, 2000; Cerqueira et al., 2007; Pereira; Silva; Coutinho Filho, 2012).

Em 1915 surgiu a lima tipo K (Kerr Manufacturing Co.) o primeiro instrumento manual eficaz na remoção de dentina, feita através da torção de um fio de aço de secção quadrada, adquirindo o formato de espiras. Inicialmente, sua matéria-prima era aço-carbono, mas foi substituída pelo aço-inoxidável, que se mantém atualmente (Cohen, 1998).

Os instrumentos manuais de aço-inoxidável apresentam certa rigidez, o que dificulta o preparo em canais curvos, favorecendo o desvio do trajeto original e levando à fratura do instrumento. Ademais, estudos comprovam que tal material se desgasta mais rapidamente quando comparado a outros materiais, dentre eles, os instrumentos de liga de níquel-titânio (Zuolo; Walton, 1997). Além disso, os preparos manuais com instrumentos de aço inoxidável convencionais (conicidade 0,02) necessitam de um maior número de instrumentos para que o preparo seja finalizado, aumentando a chance de acidentes e falhas durante o processo por parte do cirurgião-dentista.

Em contrapartida à rigidez dos instrumentos de aço inoxidável, como as limas tipo K (Kerr Manufacturing Co.) descritas por Cohen e Burns, é introduzida na fabricação de instrumentos endodônticos, em 1963, a liga de níquel-titânio (NiTi). Essa liga foi descoberta pelo engenheiro William Buehler, sendo nomeada inicialmente como NiTiNOL devido aos elementos da liga: Níquel (Ni), Titânio (Ti) e o nome do laboratório onde foi produzida (NOL) – Navy Ordnance Laboratory, Estados Unidos (Gutmann; Lovdahl, 2012).

Em 1988, Walia et al. (1988), explorou as propriedades de superelasticidade e memória de forma dessa liga, desenvolvendo o primeiro sistema de instrumentação de níquel-titânio. Tal liga foi considerada a maior inovação tecnológica para o preparo de canais radiculares, especialmente em molares, devido suas propriedades como memória de forma e superelasticidade (Torabidenaj et al., 2015; Gutiérrez et al., 2015). Sendo assim, foi possível a fabricação dos instrumentos endodônticos com alterações significativas na configuração da parte ativa, variações no ângulo de hélice, ângulo de corte e diferentes conicidades dentro de

um único instrumento. (Gavini et al., 2018). Ademais, quando comparados com os instrumentos de aço inoxidável, apresentam menor tendência a erros durante o procedimento por parte do cirurgião-dentista (Souza Fernandes et al., 2020).

Com o objetivo de realizar um preparo eficaz e que respeite a anatomia dos canais radiculares, os instrumentos fabricados a partir da liga de níquel-titânio (NiTi) tem sido constantemente estudados, devido suas propriedades mecânicas. Atualmente, existem diversos sistemas de NiTi, como rotatórios, reciprocantes e manuais. (Barbosa et al., 2020).

Simultaneamente ao avanço no desenvolvimento dos instrumentos endodônticos também ocorreram mudanças no ensino da Odontologia, relacionadas ao preparo químico mecânico. O estudo de Serafini et al. (2022) avaliou a percepção de uso e preparo químico mecânico realizado com diferentes instrumentos endodônticos por estudantes de graduação, que relataram maior facilidade de uso e aprendizado, maior segurança com instrumentos mecanizados de NiTi em comparação aos instrumentos de aço-inoxidável, menor número de limas empregadas no preparo, menor tempo de trabalho e menor ocorrência de acidentes, apesar de estarem associados à maior ocorrência de fratura.

Outro estudo, conduzido por Martins et. al (2012) avaliou a percepção de estudantes de odontologia na utilização de instrumentos mecanizados de NiTi e instrumentos de aço inoxidável. Os autores concluíram que estudantes que utilizaram instrumentos de níquel-titânio realizaram um número maior de tratamentos devido ao menor tempo de trabalho. Além disso, os preparos dos canais radiculares realizados com NiTi apresentaram menor transporte e maior conservação da estrutura dentária, favorecendo a execução de tratamentos endodônticos.

Apesar das suas vantagens, dentre elas a alta flexibilidade, memória de forma, superelasticidade, menor tempo de preparo e menor ocorrência de acidentes durante o procedimento quando comparado aos instrumentos de aço inoxidável, estudos mostram que a fratura dos instrumentos de NiTi pode ser um problema na prática clínica (Pruett et al., 1997; Sattapan et al., 2000; Bergans et al., 2001; Gutmann; Gao, 2012). Ademais, após a sua utilização, os instrumentos de NiTi não apresentam alterações morfológicas visíveis à inspeção visual, o que pode resultar em fratura inesperada do instrumento se o fabricante não informar o número seguro de usos (Lopes; Siqueira, 2015).

Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo analisar o tempo de preparo mecânico e as alterações morfológicas dos Instrumentos M® e ProTaper® Manual após o uso em repetidos preparos químico mecânicos, em canais simulados curvos, buscando identificar um número de usos seguro e eficiente.

2 REVISÃO DE LITERATURA

As limas endodônticas fabricadas em aço inoxidável, tornaram-se o material de eleição para instrumentos endodônticos, por muitas décadas, devido sua resistência à corrosão, durabilidade e facilidade de fabricação. Estas, por sua vez, seguem o padrão ISO (Organização Internacional de Padronização) no qual o calibre da ponta é especificado no cabo de plástico através de escores estabelecidos; a parte ativa do instrumento possui 16mm de comprimento; a conicidade é constante de 0,02 milímetros; e são fabricadas em comprimentos de 21mm, 25mm e 31mm (Leonardo; Leonardo, 2017). Sua secção transversal pode ser quadrangular (lima K convencional) ou triangular (lima K-flexofile) e suas arestas de corte apresentam formato de filetes. Embora amplamente utilizadas, as limas de aço-inoxidável são rígidas, dificultando o preparo em canais curvos e aumentando a chance de iatrogenia operatória. (Siqueira, 2019).

Em 1963, a liga de níquel-titânio (NiTi) foi descoberta pelo engenheiro William Buehler, sendo nomeada inicialmente como NiTiNOL devido aos elementos da liga: Níquel (Ni), Titânio (Ti) e o nome do laboratório onde foi produzida (NOL) – Navy Ordnance Laboratory, Estados Unidos (Gutmann; Lovdahl, 2012). A principal vantagem da liga, se dá pela sua superelasticidade e memória de forma, o que significa que o instrumento ao ser utilizado em grandes curvaturas, é capaz de retornar a sua forma prévia (Lopes; Siqueira, 2015; Torabinejad; Walton; Fouad, 2015). Além disso, após tratamento térmico, a liga de níquel-titânio melhora suas propriedades (Obara, 2022).

Somente em 1988, Walia et. al (1988) confeccionaram o primeiro instrumento endodôntico em níquel-titânio, a partir de um fio ortodôntico de secção circular submetido à processo de micro usinagem. Devido a sua crescente popularidade na prática endodôntica, existem diversos sistemas de níquel-titânio, dentre eles rotatórios, reciprocantes e manuais, apresentando características variadas, como o tamanho da ponta, secção transversal, conicidade, ângulo da hélice e desenho do instrumento (Bergmans et al. 2003; Inan; Gonulol, 2009).

2.1 Liga de Níquel-Titânio

A liga de níquel-titânio faz parte de um grupo de ligas denominadas ligas de memória de forma (LMF), ou seja, um grupo de ligas que possuem a habilidade de recuperar a forma após sofrerem deformações. Por isso, as ligas de memória de forma (LMF) foram amplamente estudadas, principalmente nas áreas de tecnologia e biomedicina, na tentativa de ampliar seu campo de atuação (Liang; Rogers, 1990; Wada et al., 1990). Sua aplicação ocorre tanto na área médica, principalmente no campo ortopédico, na confecção de placas de fixação e próteses,

quanto na área odontológica, na fabricação de fios ortodônticos, implantes e instrumentos endodônticos (Miyazaki, 1998).

A liga de NiTi utilizada em instrumentos endodônticos é composta por cerca de 56% de níquel e 44% de titânio. Esta liga equiatômica de NiTi pode apresentar duas formas cristalinas, dependendo da temperatura: austenita (em altas temperaturas, com estrutura cúbica B2) e martensita (em baixas temperaturas, com estrutura monoclínica B19). Sua superelasticidade e memória de forma ocorre devido à transformação de austenita para martensita (transformação martensítica), que pode ser provocada tanto por estresse quanto por mudanças de temperatura. Seu efeito de memória de forma ocorre pois, em baixas temperaturas, pode apresentar-se deformada plasticamente, mas, através do aquecimento acima de determinada temperatura, pode ser recuperada (Tabassum; Zafar; Umer, 2019).

Sendo assim, as temperaturas têm grande influência nas propriedades mecânicas da liga e na forma como ela se comporta, o que pode ser alterado por mudanças na sua composição, presença de impurezas e tratamentos térmicos durante sua fabricação (Zupanc; Vahdat-Pajouh; Schäfer, 2018). Todavia, as ligas de Ni-Ti apresentam-se superiores quando comparadas com outras ligas como as de cobre e as ferrosas, pois apresentam maior resistência à corrosão, biocompatibilidade, ductilidade e maior capacidade de recuperação de suas deformações (Humbeeck, 1999).

Atualmente, existem diversos sistemas de níquel-titânio, como rotatórios, reciprocantes e manuais. Os rotatórios e reciprocantes necessitam de motor para seu funcionamento, tornando-se mais onerosos, enquanto os sistemas manuais agregam as vantagens da liga ao preparo sem o custo dos motores (Ounsi, 2017).

2.2 Instrumentos ProTaper® Manual

O sistema ProTaper® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) é um dos sistemas de níquel-titânio de maior popularidade no mercado, sendo amplamente utilizado pelos profissionais da endodontia (Dalcastagner, 2022). Inicialmente, foi desenvolvido o sistema ProTaper® Universal de uso rotatório, permitindo o preparo de canais cônicos, anatomicamente retos e curvos, entretanto há grande preocupação acerca do índice de fratura desses instrumentos. Estudos de Sattapan et al. (2000) afirmam que fadigas cíclicas e falhas torcionais são as principais causas de fratura dos instrumentos e que, quanto mais rápido o instrumento estiver girando dentro do canal, mais cedo ocorrerá sua fratura.

Por outro lado, foi desenvolvido o sistema ProTaper® Manual, que possui as mesmas características do sistema rotatório, porém não há necessidade do uso de motores. Os

instrumentos ProTaper® Manual possuem uma secção transversal triangular convexa, com arestas de corte em forma de filetes que, quando comparados com instrumentos de arestas de guias radiais, proporcionam um movimento de corte ativo da dentina, aumentando a eficácia do sistema (Drago; Pereira, 2012). Quanto as suas características geométricas, os instrumentos ProTaper® possuem um cabo de silicone ou de plástico com 5mm na parte bicôncava e 6mm nas extremidades. Quando utilizados no comprimento de trabalho (CT), conferem modelagem ao canal radicular, devido sua conicidade variada ao longo de sua haste (Lopes, 2004).

Sua série básica é composta por dois tipos de instrumentos: os instrumentos modeladores e os de acabamento. Os instrumentos de modelagem (S1, S2) e o instrumento de modelagem auxiliar (SX), apresentam uma conicidade que aumenta no sentido D16 e devem ser utilizados para o preparo do terço médio e cervical, possibilitando uma maior flexibilidade na porção apical (Figura 1). Já os instrumentos de acabamento (F1, F2, F3) apresentam conicidade constante nos 3mm apicais e depois decrescem no sentido D16, possibilitando alargar terço apical e, ao mesmo tempo, aumentar sua flexibilidade no terço cervical. Por isso, esses instrumentos são utilizados para o preparo do terço apical do canal radicular, expandindo progressivamente a sua forma (Bergmans et al., 2003; Aguiar et al., 2008).

Figura 1: Sistema ProTaper Manual.



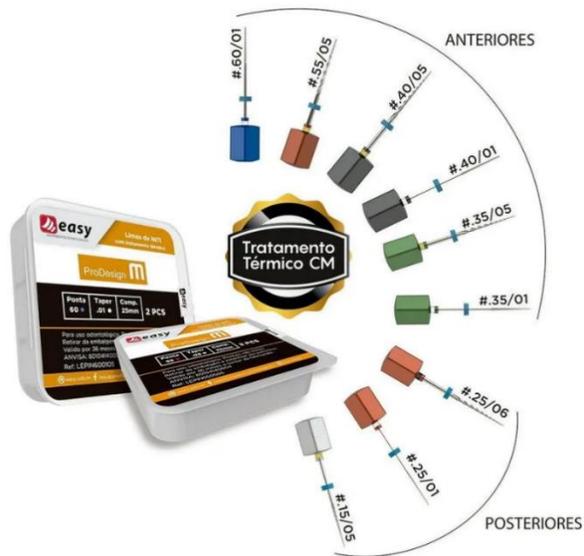
Fonte: Site Dentsply Sirona.

2.3 Instrumentos M®

Os instrumentos ProDesign M®, representam a primeira geração de instrumentos manuais confeccionados a partir da liga de NiTi produzidos pela empresa Easy (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil). Foram desenvolvidos para atender o mercado nacional de clínicos gerais e estudantes de graduação que não possuíam motores rotatórios.

Apresentavam-se em kits para dentes posteriores (15.05, 25.01 e 25.06), dentes anteriores (35.01 e 35.05 / 40.01 e 40.05) e para refinamento em canais mais amplos (55.05 e 60.01), sendo indicado para preparos de canais radiculares retos e curvos (Viana et al., 2017) (Figura 2).

Figura 2: Sistema ProDesign M.



Fonte: Site DentalShop.

Os Instrumentos M® (Figura 3 e 4), também fabricados pela empresa Easy (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil), substituíram os instrumentos ProDesign M® e estão disponíveis em kits que vão do instrumento #15 ao #70, em conicidades .03 e .05, de 21mm ou 25mm. Sua sequência técnica inicia no uso dos instrumentos *Orifice Shaper* #15/.10 e 15/.08, utilizados para o preparo cervical e, os demais instrumentos para o preparo do terço médio e apical. Apresentam cabo de metal, secção transversal em hélices quádruplas, com arestas de corte do tipo guia radial, evitando desgastes desnecessários e indesejáveis de dentina (Silva et al., 2021).

Diferente dos instrumentos ProTaper® Manual, os instrumentos M® possuem tratamento térmico “*Controlled Memory*” (CM), passando por um processo de controle preciso da temperatura, do tempo de aquecimento e resfriamento da liga, o que permite ajustar a microestrutura e as fases do material. Por serem tratados termicamente, possuem memória controlada, ou seja, podem ser deformados e retornar a sua forma original quando aquecidos a uma temperatura específica (Shen et al., 2013).

A Easy Equipamentos recomenda o uso em um único paciente pois a sua reutilização pode aumentar os riscos de: fratura da parte ativa ou desprendimento da parte ativa da haste do cabo, devido ao desgaste gerado pelo uso excessivo, além do risco de contaminação cruzada, pela possibilidade de uso em diferentes pacientes (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2021).

Figura 3: Instrumentos M®



Fonte: Site Easy Equipamentos.

Figura 4: Tamanhos e conicidades dos instrumentos M

.03 TAPER		.05 TAPER		.08 TAPER	
Tamanho		Tamanho		Tamanho	
○ #.15/03	○ #.15/05	○ #.15/08			
● #.20/03	● #.20/05				
● #.25/03	● #.25/05				
● #.30/03	● #.30/05				
● #.35/03	● #.35/05				
● #.40/03	● #.40/05				
● #.50/03	● #.50/05				
● #.60/03	● #.60/05				
● #.70/03	● #.70/05				
		.10 TAPER			
		Tamanho			
				○ #.15/10	

Disponível nos comprimentos: 21mm, 25mm e 31mm.
Tamanhos adicionais: Orifice Shaper #.15/08 – 19 mm | Orifice Shaper #.15/10 – 17 mm

Fonte: Site Easy Equipamentos.

2.4 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

O Microscópio Eletrônico de Varredura é um aparelho capaz de fornecer informações sobre a morfologia e identificação de elementos químicos de uma amostra sólida. Sua utilização é comum nos campos da biologia, odontologia, farmácia, engenharia, medicina, entre outros. Ele utiliza um feixe de elétrons no lugar de fótons utilizados em microscópio óptico

convencional, o que permite solucionar o problema de resolução relacionado a fonte de luz branca (Dedavid et al., 2007).

A Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) tem sido amplamente utilizada em estudos na odontologia desde a década de sessenta, permitindo a visualização de imagens em alta magnificação (50X – 1.000X e mais). Além disso, não há uso da luz e a cor das amostras analisadas não influencia na imagem, sendo, portanto, uma característica importante para a odontologia, onde os dentes e materiais odontológicos tendem a ser brancos ou coloridos, o que dificulta sua visualização em microscópio óptico convencional (Paradella; Bottino, 2012).

Sendo assim, uma forma de analisar os instrumentos endodônticos é através da alta magnificação, pois alterações microestruturais que levam a fratura do instrumento, podem ser identificadas na MEV. Além disso, não há necessidade de preparo e destruição da amostra, permitindo que a mesma possa ser avaliada em diferentes momentos (Scardini, 2019).

Bastos (2016) analisou o efeito do reuso de instrumentos de NiTi ProTaper Next (X1 e X2) e Wave One, ambos com tratamento térmico, através da MEV em aumento de 250X, após o primeiro e terceiro uso, em relação as características de superfície e composição química dos instrumentos. Após a análise, foi possível observar a presença de defeitos como bordas irregulares, rebarbas, ranhuras e microcavidades, sendo esta, relacionada a possibilidade de fratura do instrumento. Com relação a composição química, observou-se perda de níquel nos três grupos quando comparado antes e após o terceiro uso, bem como, perda de titânio nas limas ProTaper Next (X2) e Wave One.

Outro estudo, conduzido por Santos et. al (2021), também avaliou a superfície de instrumentos de NiTi (ProTaper Next e ProDesign Logic), ambos com tratamento térmico, após diferente número de usos através da MEV em aumento de 200X, onde observaram mudanças na superfície das limas, como micro trincas e desgastes do ângulo de corte após o primeiro uso, agravando-se após o segundo e terceiro uso. Os autores afirmam que alterações superficiais no instrumento também estão intimamente relacionadas com a capacidade de limpeza e modelagem do canal radicular.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

O presente estudo tem como objetivo analisar o tempo de execução e as alterações morfológicas dos Instrumentos M® e ProTaper® Manual após o preparo químico mecânico em canais simulados curvos.

3.2 Específicos

Avaliar o tempo dispendido no preparo mecânico, em canais simulados curvos, com Instrumentos M® e ProTaper® Manual ao longo de dez usos.

Analisar a morfologia dos instrumentos endodônticos M® e ProTaper® Manual ao longo de dez usos, através da presença ou ausência de defeitos e trincase comportamento das mesmas caso existam.

Analisar a morfologia dos instrumentos endodônticos M® e ProTaper® Manual ao longo de dez usos, pela quantidade de distorções das espiras (estiramento, encurtamento ou reversão de sentido).

4 DESENVOLVIMENTO

Este estudo intervencional *in vitro* e controlado foi aprovado pela Comissão de Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul no ano de 2023 e foi realizado no Laboratório de Bioquímica e Microbiologia Bucal da FO-UFRGS, Hospital de Ensino Odontológico e no Centro de Microscopia e Microanálise da UFRGS.

4.1 Obtenção dos canais simulados e dos instrumentos endodônticos

Foram utilizados 60 canais simulados em blocos de resina transparente da marca IM do Brasil Ltda. (São Paulo, Brasil) com curvatura de 32°, 16 milímetros de comprimento a partir do orifício de entrada e diâmetro apical de 0,2 milímetros.

Para o preparo foram utilizados 3 kits de instrumentos endodônticos manuais de Níquel-Titânio da marca M® (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil) de números *Orifice Shaper* #15/.10 e 15/.08, #20/.05, #25/.05, e 3 kits de instrumentos endodônticos manuais de Níquel-Titânio de marca ProTaper® Manual (Dentsply/Maillefer Instruments S.A., Ballaigues, Suíça) S1, SX, S2, F1, todos com 25 milímetros de comprimento. Para ambos os preparos foram utilizados para exploração inicial um total de 6 instrumentos de aço inoxidável Flexo-file de número #15.

4.2 Cálculo amostral

O cálculo amostral para a variável tempo de execução do preparo, foi realizado nos tamanhos de efeitos já pré-definidos disponíveis no G*Power 2.0, baseados em Cohen (1998). O teste tUnilateral foi escolhido considerando $\alpha = 0:10$, poder $(1 - \beta) = 0.90$ e tamanho de efeito = 0.80 (grande) obtendo um tamanho de amostra de 30 dentes artificiais para cada grupo: instrumento de níquel-titânio M® e ProTaper® Manual.

4.3 Preparo dos canais simulados

Previamente a execução dos preparos e a cada troca de instrumento endodôntico, os canais foram irrigados com 2,0mL Hipoclorito de Sódio 2,5% (Rioquímica Indústria Farmacêutica, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil) para remover as raspas de resina. Este foi acondicionado em seringa descartável de 10 mL (Plastipak Indústria Cirúrgica Ltda., Curitiba, Paraná, Brasil), na qual foi acoplada uma ponta Endo-Eze® Irrigator (Ultradent

Products Inc., Indaiatuba, São Paulo, Brasil). A aspiração foi realizada com uma ponta aspiradora acoplada a uma cânula de aspiração (GolGran, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil) que, adaptada a mangueira de sucção do equipo odontológico (Gnatus Equipamentos Médico- Odontológicos Ltda., São Paulo, São Paulo, Brasil), foi posicionada junto à embocadura do canal durante a irrigação.

A distribuição dos blocos de canais simulados foi aleatória por uma segunda pessoa que não o operador.

O preparo dos canais foi realizado por um operador do 1º ao 5º ano e por outro operador do 6º ao 10º ano, ambos treinados para a utilização dos sistemas. Esses operadores eram alunos da graduação em Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul com experiência no tratamento endodôntico de polirradiculares com instrumentos convencionais e com treinamento para uso de instrumentos M[®] e ProTaper[®] Manual. Cada conjunto de instrumentos foi empregado para o preparo de 10 canais simulados.

O comprimento de trabalho (CT) foi padronizado em todos os canais simulados em 16 mm de comprimento.

A sequência técnica empregada no sistema M[®] foi a seguinte: instrumento Flexo-file #15 (exploração do canal) no CT, instrumento M[®] Orifice Shaper #15/.10 (alargamento do terço cervical), instrumento Flexo-file #15 (exploração do canal), instrumento M[®] Orifice Shaper #15/.08 (alargamento do terço médio), instrumento Flexo-file #15 (exploração do canal) e instrumentos M #20/.05 e #25/05 no CT.

A sequência técnica empregada no sistema ProTaper[®] Manual foi a seguinte: instrumento Flexo-file #15 (exploração do canal) no CT, S1 (3 mm aquém do CT, ou seja, em 13 mm), instrumento Flexo-file #15 (exploração do canal), SX (preparo cervical), instrumento Flexofile #15 (exploração do canal), S2 e F1 (no CT).

4.4 Análise do tempo de execução do preparo

Para a aferição do tempo necessário para a realização do preparo foi utilizado o aplicativo de celular relógio na função cronômetro. Iniciou-se a contagem do tempo no momento da utilização do primeiro instrumento de cada sistema a ser utilizado no interior do canal simulado (M[®] ou ProTaper[®] Manual).

O tempo de preparo era finalizado quando o canal estivesse devidamente preparado. A cada troca de instrumento e durante o processo de irrigação e aspiração da solução irrigadora, o cronômetro foi pausado.

4.5 Protocolo de limpeza e esterilização dos instrumentos endodônticos

Previamente a utilização dos instrumentos, eles passaram por um processo de limpeza e esterilização, de acordo com protocolo baseado em estudos prévios (Queiroz et al, 2010) e também respeitando as normas impostas pelo Consenso ABENO de Biossegurança no Ensino Odontológico Pós Pandemia da COVID-19 (2020) (Abeno, 2020).

Todos os instrumentos endodônticos foram limpos antes do seu primeiro uso, ou seja, após removidos de suas embalagens originais, e ao final de cada uso.

Esse procedimento de limpeza foi feito em duas etapas, iniciando com a ultrasonificação dos instrumentos em uma cuba ultrassônica (Cristófoli Equipamentos de Biossegurança, Campo Mourão, Paraná, Brasil), contendo 2ml de detergente enzimático (Rioquímica Indústria Farmacêutica, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil) por 5 minutos. Essa cuba trabalhou com 50/60 Hz de frequência, de acordo com as recomendações do fabricante.

A seguir, foi realizada a escovação dos instrumentos com uma escova dental de cerdas macias (MedFio Produtos para Saúde Bucal, Pinhais, Paraná, Brasil) umedecida com detergente líquido Standard (Bombril, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil) em água corrente até que não fosse detectada a presença de resíduos visíveis sobre a parte ativa dos mesmos.

Após, os instrumentos permaneceram sob bandeja metálica (Metalúrgica Fava Indústria e Comércio Ltda., Franco da Rocha, São Paulo, Brasil) até a completa secagem à temperatura ambiente (ABENO, 2020). Após a completa secagem, os instrumentos foram manipulados pelo cabo com auxílio de uma pinça clínica (Duflex – SS White Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil) e colocados individualmente em papel grau cirúrgico (Hosp Flex Embalagens para Esterilização, Sorocaba, São Paulo, Brasil) para esterilização, sendo fechados em uma seladora. Os envelopes foram levados então à autoclave Vitale 12 (Campo Mourão, Paraná, Brasil), na qual foram esterilizados pela exposição ao calor úmido, a 01 atm de pressão e a 127°C, por um tempo total de esterilização de 20 minutos.

Os cursores de silicone foram removidos dos instrumentos durante a realização do procedimento de limpeza e esterilização.

O protocolo de limpeza foi executado do 1º ao 5º uso por um operador e do 6º ao 10º uso por outro operador, tendo um total de 11 procedimentos de limpeza e esterilização para cada instrumento durante a realização de toda a parte experimental.

4.6 Análise morfológica dos instrumentos

A análise foi realizada nos instrumentos nº. 25/.05 (M®) e F1 (ProTaper® Manual) em microscópio eletrônico de varredura (MEV EVO 10, Carl Zeiss Microscopy GmbH, Jena, Alemanha), sendo operado pelo técnico responsável e acompanhado pelo aluno do estudo. O MEV Zeiss EVO 10 é um microscópio de varredura convencional de filamento de tungstênio que opera em tensões de 0.2kV até 30kV, sendo sua resolução nominal de 3nm operando em 30kV.

As eletromicrografias foram feitas em aumento de 50X e 75X e foram avaliadas após o quinto, sétimo e décimo usos.

Todos instrumentos endodônticos após o uso foram fixados em posição padronizada através de uma marcação no cabo, com auxílio de uma ponta diamantada cilíndrica nº. 1012 (KG Sorensen Indústria e Comércio Ltda., Barueri, São Paulo, Brasil) acoplada em uma caneta de alta rotação, de maneira que os instrumentos ficassem na mesma posição a cada análise microscópica realizada. Os instrumentos foram fixados no porta amostra tendo sempre a marcação voltada para baixo.

Todas as eletromicrografias representativas de cada um dos instrumentos analisados, foram arquivadas digitalmente, identificando qual o instrumento endodôntico analisado e o número do uso no momento da realização da microscopia. A análise das eletromicrografias foi feita por três pesquisadores com experiência em estudos com MEV. A avaliação das imagens foi realizada a partir da adaptação dos critérios de Troian et al. (2006). As imagens com aumento de 50X foram avaliadas quanto à presença de distorções das espiras, se havia distorção da espira, em qual espira estava a distorção e qual o tipo de distorção (encurtamento, estiramento ou reversão). Por outro lado, as imagens com aumento de 75X foram avaliadas quanto à presença de defeitos, se havia a presença de defeito e qual o tipo de defeito (perda de material, aplainamento ou trinca).

Foi realizada calibração com os três avaliadores, em dois momentos, com intervalo de uma semana entre cada. Para isso, eletromicrografias foram projetadas em uma tela de 65 polegadas, em sala escura, contendo apenas o número da imagem, sem identificação. Foram utilizados formulários eletrônicos para o registro de cada uma das análises: um para avaliação quanto às distorções das espiras (Fig. 5) e outro para avaliação quanto à presença de defeitos (Fig. 6). Ao final do segundo momento, foi observada a concordância intra e inter examinadores.

A avaliação das eletromicrografias foi realizada da mesma forma como conduzida a calibração, porém com as 18 imagens do estudo. Em 3 situações houve discordância de um avaliador e, após esclarecimentos, os examinadores entraram em concordância.

Figura 5: Formulário eletrônico para avaliação quanto a distorção das espiras.

Imagem 1: Há distorção em alguma espira?

Sim

Não

Imagem 1: Se sim, em qual(is) espira(s) há distorção?

Espira 1

Espira 2

Espira 3

Espira 4

Não há distorção

Imagem 1: Há estiramento, encurtamento ou reversão da espira distorcida?

Estiramento

Encurtamento

Reversão

Nenhuma das opções

Fonte: Autor.

Figura 6: Formulário eletrônico para avaliação quanto a presença de defeitos.

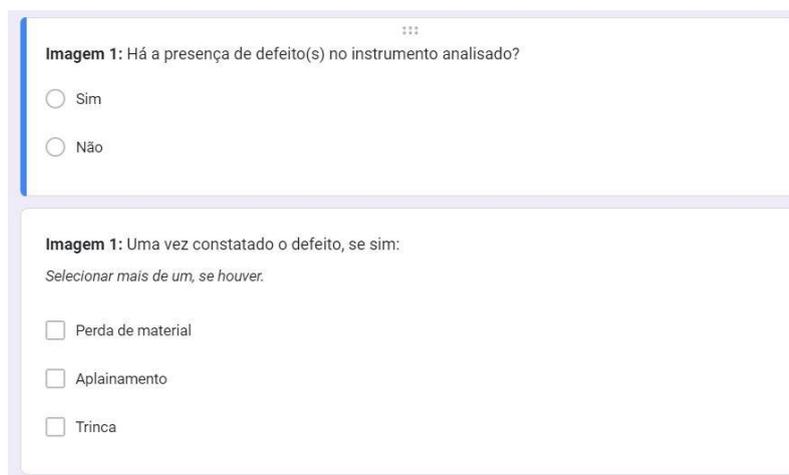


Imagem 1: Há a presença de defeito(s) no instrumento analisado?

Sim

Não

Imagem 1: Uma vez constatado o defeito, se sim:
Selecionar mais de um, se houver.

Perda de material

Aplainamento

Trinca

Fonte: Autor.

4.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados com o auxílio do programa GraphPad (GraphPad Prism versão 10.2.3 para Windows, GraphPad Software, Boston, Massachusetts, USA).

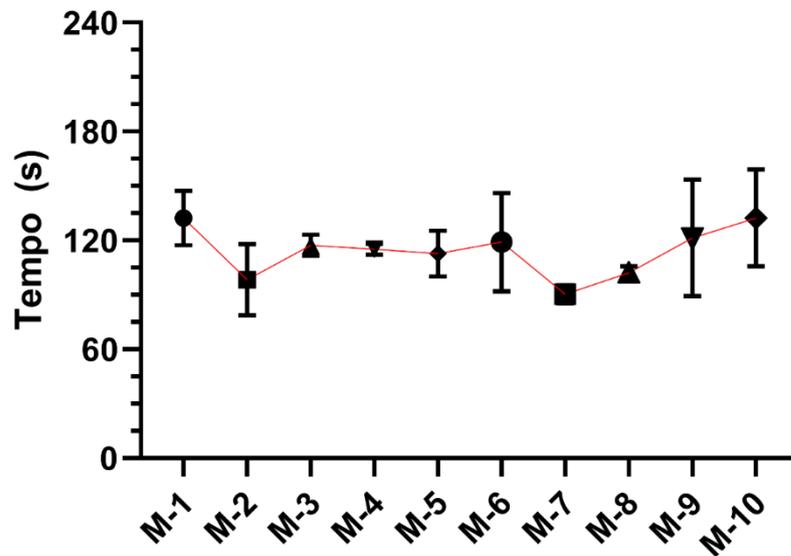
A análise do tempo de preparo entre o mesmo grupo foi realizada através do Teste de Kruskal-Wallis. Para a comparação entre os dois grupos (M® e ProTaper® Manual), foi utilizado o Teste T para amostras independentes ($P > 0,05$).

Para a realização da análise morfológica quanto a presença de distorções e defeitos dentro de um mesmo grupo, foi utilizado o Teste de Kruskal-Wallis ($P > 0,9999$). Para a comparação entre os dois grupos (M® e ProTaper® Manual), foi utilizado o Teste de Mann Whitney ($P > 0,9999$).

5 RESULTADOS

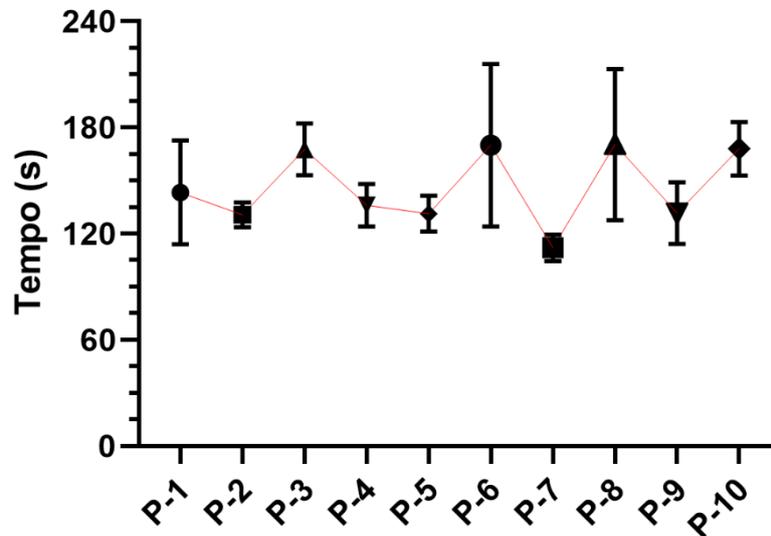
Quando comparados os instrumentos do grupo M®, nos diferentes usos com relação ao tempo de preparo, não foi possível identificar diferença estatística, ($P>0,1970$).

Figura 7: Média do tempo e desvio padrão para o preparo dos canais radiculares em diferentes usos (INSTRUMENTO M®).



Quando comparados os instrumentos do grupo ProTapper®, nos diferentes usos com relação ao tempo de preparo, não foi possível identificar diferença estatística ($P>0,05$).

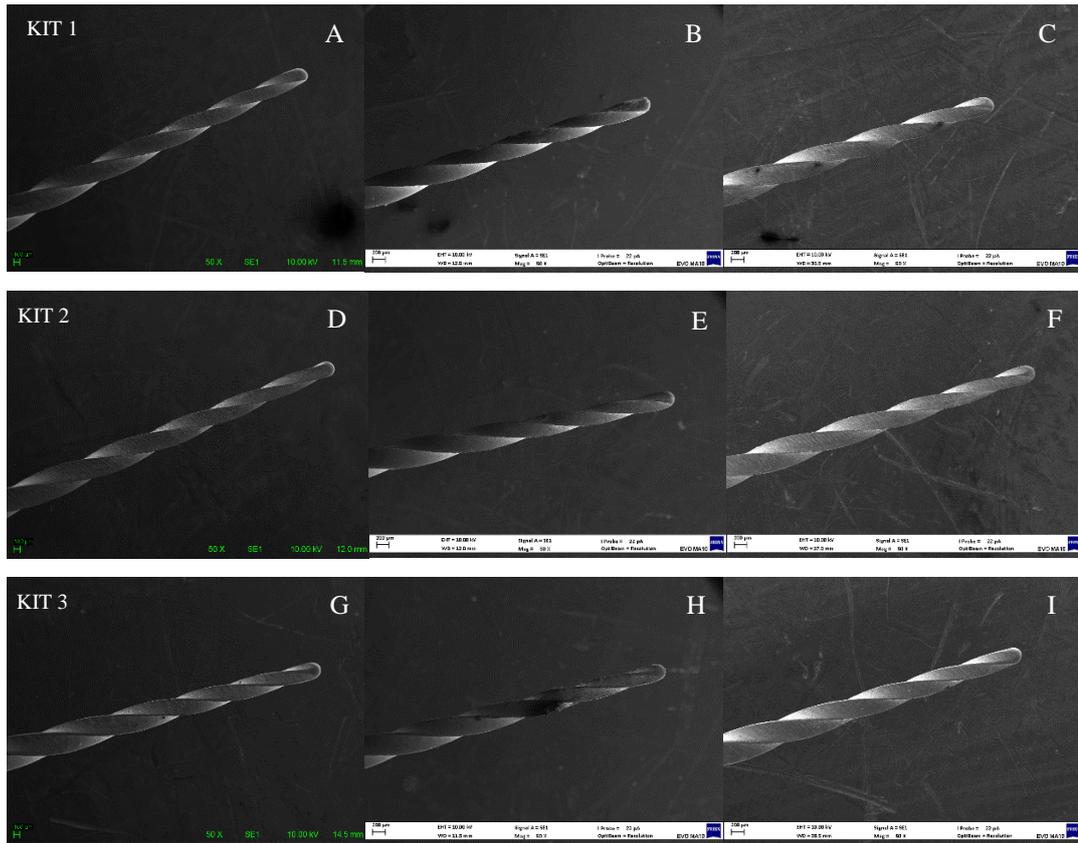
Figura 8: Média do tempo e desvio padrão para o preparo dos canais radiculares em diferentes usos (INSTRUMENTO PROTAPER®).



Quando comparados os dois grupos, não houve diferença estatística entre o tempo de preparo para um mesmo momento, considerando-se a comparação entre os dois grupos ($P > 0,05$).

Em relação à análise morfológica dos instrumentos n°. 25/.05 (M®) e F1 (ProTaper® Manual), os quais foram analisados quanto à distorção de suas espiras e presença de defeitos, os três examinadores constataram que, os instrumentos do grupo M®, independente do uso, não apresentaram nenhuma alteração em suas espiras (estiramento, encurtamento ou reversão) e nem defeitos (perda de material, aplainamento e trinca). Na Figura 9 estão as eletromicrografias dos instrumentos M ® (Kit 1, Kit 2 e Kit 3) após o quinto, sétimo e décimo usos, em aumento de 50X, respectivamente.

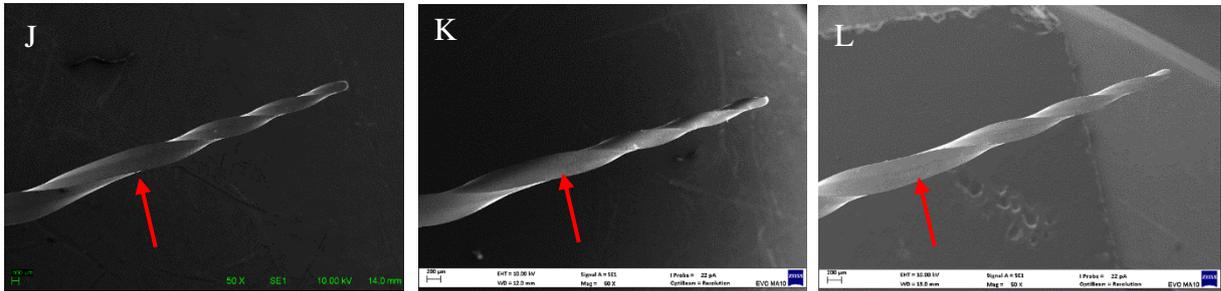
Figura 9: Imagens de eletromicrografia dos instrumentos M (Kit 1, Kit 2 e Kit 3) após o quinto (A, D, G), sétimo (B, E, H) e décimo usos (C, F, I), em aumento de 50X, respectivamente.



Fonte: Autor.

Quando comparados os instrumentos do grupo ProTaper® Manual, nos diferentes usos com relação a presença de distorções, não foi possível identificar diferença estatística em relação a frequência de ocorrência ($P > 0,9999$). Porém, o instrumento do Kit 1 ProTaper® apresentou estiramento de espira observado nos três usos avaliados, identificados pela seta vermelha na figura abaixo (Figura 10).

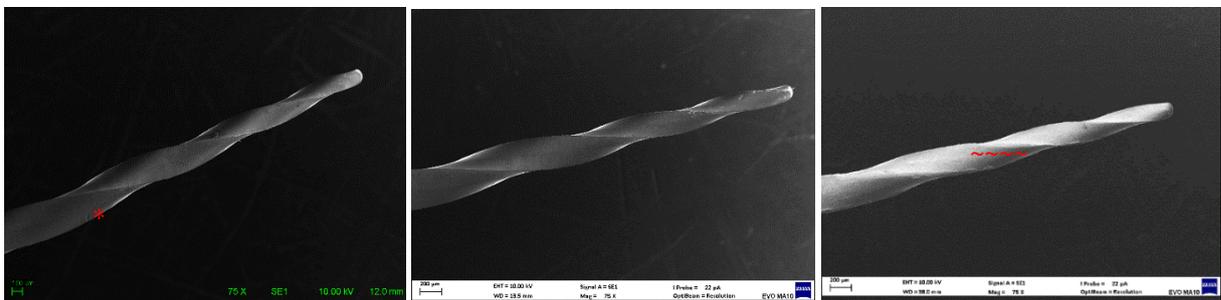
Figura 10: Eletromicrografia do instrumento ProTaper® (Kit 1) após o quinto (J), sétimo (K) e décimo uso (L), em aumento de 50x, respectivamente.



Fonte: Autor.

Em relação a frequência de ocorrência de defeitos, não foi possível identificar diferença estatística nos instrumentos do grupo ProTaper®, nos diferentes usos ($P > 0,9999$), apesar dos avaliadores terem observado no instrumento do kit 2 ProTaper® perda de material após o 5º uso e aplainamento das espiras após o 10º uso (Figura 11).

Figura 11: Imagem de eletromicrografia do instrumento ProTaper® (Kit 2) após o quinto uso (M), sétimo uso (N) e décimo uso (O), em aumento de 75X, respectivamente.



Legenda: *: perda de material; ~: aplainamento das espiras.

Fonte: Autor.

Quando realizada comparação entre os grupos M e ProTaper®, nos seus diferentes usos, quanto a presença de distorções e defeitos, não foi observada diferença estatística ($P > 0,9999$).

6 DISCUSSÃO

Foram estudadas duas marcas comerciais de instrumentos manuais de níquel-titânio que possuem como cinemática movimentos rotacionais para o preparo dos canais radiculares.

Dentes naturais humanos, apresentam diferentes graus de complexidade operatória devido a variabilidades anatômicas. Portanto, no presente estudo, para padronização do comprimento do canal e diâmetro apical foram utilizados canais simulados em blocos de resina. E para garantir a avaliação das características da liga de níquel titânio, como alta flexibilidade (Walia et al (1988)) e superelasticidade (Gavini, 2018), estes canais apresentavam curvaturas severas (32°), de acordo com a metodologia proposta por Schneider, em 1971 (Schneider, 1971).

Em uma tentativa de padronizar o preparo dos canais, foi adotado o critério de quatro instrumentos de cada marca comercial, sendo estes os instrumentos SX, S1, S2 e F1 para o sistema ProTaper®, e os instrumentos n°. 15.08, n°. 15.10, n°. 20.05, n°. 25.05 para os Instrumentos M®. Dessa forma, foi possível atingir a maior similaridade de ampliação dos canais, respeitando as particularidades de cada marca comercial. Quando comparados os dois grupos experimentais (Instrumentos M® e ProTaper® Manual) em relação ao tempo de preparo, não houve diferença estatisticamente significativa, no presente estudo.

Em contrapartida, o estudo de Zini et al (2019), que comparou os instrumentos Prodesign M®, Flexofile e ProTaper Manual, observou que o preparo com os instrumentos Prodesign M® (3 instrumentos) foi mais rápido, seguido do Flexofile (12 instrumentos) e ProTaper (6 instrumentos). Tal divergência pode ser explicada através da metodologia, visto que o número de instrumentos para cada grupo não foi padronizado, o que pode ter influenciado no tempo de preparo.

Ademais, quando comparado o tempo de preparo, no presente estudo, nos diferentes usos, dentro de um mesmo grupo experimental, não houve diferença significativa. Ressalta-se que os preparos foram realizados por 2 operadores diferentes (1° ao 5° e do 6° ao 10°), fato que não influenciou no tempo de preparo. Ambos os operadores tinham experiência no preparo químico mecânico em polirradiculares e foram treinados para o uso dos instrumentos de cada grupo. Após dez usos não se observa alteração significativa no tempo de preparo, entretanto à medida que mais defeitos e distorções possam ser observados, questiona-se se uma possível alteração possa vir acontecer.

O objetivo de avaliar o tempo é verificar se as alterações morfológicas dos instrumentos (aplainamento, perda de material e distorções das espiras) acarretariam aumento no tempo de

preparo. Ressalta-se, portanto, que o tempo foi avaliado apenas durante o uso dos instrumentos, descartando possíveis vieses em relação a irrigação e aspiração, assim como em outros estudos (Zini et al, 2019; Machado et al, 2012).

Uma maneira de avaliar se o instrumento endodôntico de NiTi está próximo de fraturar, é através da análise em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). A MEV permite a avaliação de defeitos e deformações da superfície dos instrumentos, permitindo analisá-los antes e após as instrumentações. Esse método foi utilizado em outros estudos (Bastos, 2016; Santos et al, 2021; Cheung et al, 2007).

Em relação a análise morfológica dos instrumentos, não foi observada diferença estatística, quando comparados os diferentes grupos (Instrumentos M® e Instrumentos ProTaper® Manual), nos seus diferentes usos, quanto à presença de distorções e defeitos. Porém, é importante salientar que, em relação aos instrumentos M® nº. 25/.05, os avaliadores constataram que, independentemente do uso, os instrumentos não apresentaram distorção em suas espiras (estiramento, encurtamento, reversão) (Figura 9) e não houve presença de defeitos (perda de material, aplainamento e trinca), diferentemente dos instrumentos ProTaper® Manual F1, onde foi possível observar distorção das espiras e presença de defeitos em determinados usos (Figura 10).

Um dos motivos para isso pode ser explicado pela presença de tratamento térmico. Os instrumentos M®, diferente dos instrumentos ProTaper®, possuem tratamento térmico “*Controlled Memory*” (CM) em sua fabricação, o que vai ao encontro do estudo de (Zupanc; Vahdat-Pajouh; Schäfer, 2018), onde observa-se que o tratamento térmico (CM), confere maior flexibilidade e resistência à fadiga aos instrumentos, diminuindo a ocorrência de defeitos. Ademais, quando autoclavados, retornam a sua forma original (Tabassum; Zafar; Umer, 2019).

Outra explicação pode ser observada através das arestas de corte do instrumento. Os instrumentos M® possuem arestas de corte do tipo guia radial, enquanto os instrumentos ProTaper® possuem arestas de corte em filetes. De acordo com Leonardo e Leonardo (2017), quanto mais fina for a aresta de corte, maior será o estresse gerado durante o preparo e, conseqüentemente, maior será o risco de fratura. Portanto, instrumentos com arestas de corte em guia radial, geram um menor estresse ao instrumento, levando a uma menor ocorrência de defeitos e diminuindo o risco de fratura.

Estudos de Sattapan et al (2000) buscaram identificar as características de instrumentos fraturados por falhas torcionais e fadigas cíclicas, onde obteve como resultado que todos os instrumentos que fraturaram sob torção mostraram defeitos associados. Os defeitos consistiam em estiramento, reversão ou reversão com encurtamento das espiras, acima do ponto de fratura.

Em contrapartida, os instrumentos fraturados por fadiga cíclica, não apresentaram defeitos associados. Além disso, também foi possível observar instrumentos que não fraturaram, mas apresentaram alguma deformação, sendo o estiramento das espiras a principal deformação encontrada, podendo ou não estar associada a uma curvatura na ponta do instrumento.

Apesar de não ter apresentado diferença estatística quando comparados os instrumentos do grupo ProTaper® Manual, nos diferentes usos com relação a presença de distorções, foi possível observar que o instrumento do Kit 1 ProTaper® apresentou estiramento de espira nos três usos avaliados. Sendo assim, é possível que o instrumento F1 do Kit 1 ProTaper® ao apresentar estiramento de sua espira, esteja próximo da sua fratura, o que vai ao encontro aos estudos de Sattapan et al (2000), onde instrumentos fraturados por torção apresentaram defeitos de estiramento associados a fratura.

Em relação a frequência de ocorrência de defeitos, também não foi possível identificar diferença estatística nos instrumentos do grupo ProTaper®, nos diferentes usos. Entretanto, foi possível observar que o instrumento F1 do Kit 2 da ProTaper®, apresentou perda de material após o quinto uso e aplainamento das espiras após o décimo uso. Embora a posição dos instrumentos tenha sido padronizada na MEV, uma pequena variação no posicionamento pode ter dificultado a visualização da perda de material no 7º e 10º uso, visto que não foi possível identificar nas imagens.

No presente estudo, também foi possível observar a presença de rebarbas em alguns instrumentos ao longo dos usos, mas não foi considerado um achado e sim, como sujidade, visto que foi possível observar em alguns usos e outros não. De acordo com Santos et. al (2021), alterações superficiais no instrumento também estão intimamente relacionadas com a capacidade de limpeza. Além disso, Burklein et al (2012) afirmam que a presença de rebarbas é possivelmente proveniente do processo de usinagem durante a fabricação, sugerindo que não houve polimento antes do acabamento final do instrumento.

Bastos (2016) avaliou os efeitos do reuso sobre as características de superfície e da composição química de instrumentos de NiTi (ProTaper Next e WaveOne), em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), em aumento de 250X, onde observou a presença de defeitos como ranhuras, microcavidades, bordas irregulares e rebarbas, em todos os instrumentos avaliados, ao longo de três usos. De acordo com o autor a avaliação da presença de defeitos e deformações na MEV, associado ao Espectrômetro de Energia Dispersiva (EDAX), o qual identifica os elementos químicos da liga, podem auxiliar na compreensão das características morfológicas e químicas dos instrumentos de NiTi, dando suporte para otimizar sua fabricação e seu uso nos protocolos de instrumentação dos sistemas de canais radiculares. No presente

estudo, não foi associado a análise no EDAX, sendo um recurso a mais a ser introduzido em estudos futuros.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a utilização em 10 preparos em canais simulados, os instrumentos M® e ProTaper ® Manual não fraturaram e não apresentaram alterações morfológicas suficientes para influenciar o tempo de preparo ao longo dos usos.

Porém, é importante salientar, que as marcas comerciais apresentam diferenças, tais como: presença ou ausência de tratamento térmico, arestas de corte, conicidade ao longo do instrumento, sequência operatória, dentre outras. Tais características podem influenciar na durabilidade e longevidade desses instrumentos.

Por isso, é crucial que o cirurgião-dentista tenha pleno conhecimento sobre o instrumento que está utilizando ou irá adquirir, de forma a selecionar aquele que corresponda a suas expectativas e que promova qualidade no seu atendimento.

Além disso, o uso dos instrumentos manuais de NiTi em cursos de graduação de odontologia é favorável, pois dispensam o uso de motores que acabariam onerando ainda mais os custos dos estudantes. Estudantes de graduação relatam maior facilidade de uso e aprendizado, maior segurança com instrumentos NiTi em comparação aos instrumentos de aço-inoxidável, menor número de limas empregadas no preparo, menor tempo de trabalho e menor ocorrência de acidentes, apesar de estarem associados à maior ocorrência de fratura (Serafini, 2022).

Em relação ao estudo, para sequência da avaliação das alterações morfológicas ao longo dos usos, é de extrema importância dar continuidade com a execução de mais preparos endodônticos, a fim de observar as alterações que os instrumentos podem sofrer ao longo dos usos, bem como, determinar um número seguro de usos.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C. M.; CÂMARA, C. M.; CÂMARA, A. C. Radiological evaluation of the morphological changes of root canals shaped with ProTaper for hand use and the ProTaper and RaCe rotary instruments. **Australian Endodontic Journal**, [s. l.], v. 34, p. 115-119, 2008.
- BARBOSA, I. B. et al. Structural analysis of NiTi endodontic instruments: a systematic review. **Iranian Endodontic Journal**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 124-139, 2020.
- BASTOS, M. B. Efeito do reuso sobre as características de superfície e da composição química de instrumentos de NiTi. 2016. 55 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.
- BERGMANS, L. et al. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. **International Endodontic Journal**, [s. l.], v. 36, n. 4, p. 288-295, 2003.
- BERGMANS, L., et al. Progressive versus Constant Tapered Shaft Design Using NiTi Rotary Instruments: Influence of NiTi Shaft Design. **International Endodontic Journal**, [s. l.], v. 36, n. 4, p. 288-95, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2003.00650.x>.
- BERGMANS, L. et al. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. **American Journal of Dentistry**, [s. l.], v. 14, p. 324-333, 2001.
- BURKLEIN, S. et al. 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. **International Endodontic Journal**, [s. l.], v. 45, n. 5, p. 449-461, 2012.
- CERQUEIRA, L. et al. Técnicas de instrumentação manual e rotatória: comparação da modelagem dos canais radiculares. **Revista de Odontologia - UFES**, Vitória, v. 1, n. 9, p.13-19, 2007.
- CHEUNG, G. S. P. et al. Comparison of defects in ProTaper hand-operated and engine-driven instruments after clinical use. **International Endodontic Journal**, [s. l.], v. 40, n. 3, p. 169-178, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01180.x>. Acesso em: 17 jun. 2024.
- COHEN, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- CONSENSO ABENO: Biossegurança no ensino odontológico pós-pandemia da COVID-19/ABENO; Organização Fabiana Schneider Pires, Vania Fontanella. Porto Alegre, RS: ABENO, 2020. 86p.:il.
- DALCASTAGNER, A. Várias Gerações de Sistema Protaper® - Revisão Narrativa. Dissertação (Mestrado em Medicina Dentária) - Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2022.

DEDAVID, B. A. Microscopia Eletrônica De Varredura: Aplicações e Preparação de Amostras: materiais poliméricos, metálicos e semicondutores. Editora PUC-RS, 2007.

DRAGO, M. A.; PEREIRA, R. S. Instrumentos rotatórios ProTaper® Universal: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 78-82, 2012.

EASY EQUIPAMENTOS ODONTOLÓGICOS. Easy Bassi, 2021. Página inicial. Disponível em: <https://loja.easybassi.com.br/>. Acesso em: 14 de julho de 2024.

GAVINI, G. et al. Nickel–titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. **Brazilian Oral Research**, São Paulo, v. 32, n. 1, 2018.

GUTIÉRREZ, J. F.; CAJAMARCA, D. C.; MONROY, J. C. Alteraciones de la estructura de la lima primaria posterior a su uso. **Revista Javeriana**, [s. l.], v. 34, p. 29-36, 2015.

GUTMANN, J. L.; GAO, Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. **International Endodontic Journal**, [s. l.], v. 45, p. 113-128, 2012.

GUTMANN, J. L.; LOVDAHL, P. E. Soluções em endodontia - Prevenção, Identificação e Procedimentos. 5 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 195-206, 2012.

HUMBEECK, J. V.; STALMANS, R. Characteristics of shape memory alloys. *In*: OTSUKA, K.; WAYMAN, C. M. Shape Memory Materials. New York, Cambridge, 1999.

NAN, U.; GONULOL, N. Deformation and Fracture of Mtwo Rotary Nickel-Titanium Instruments After Clinical Use. **Journal of Endodontics**, [s. l.], v. 35, n. 10, p. 1396–1399, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.06.014>.

LEONARDO, M. R.; LEONARDO, R. T. Avanços técnicos e biológicos de uma endodontia minimamente invasiva em nível apical e periapical. 2. ed. São Paulo: Artes Médicas, 2017.

LIANG, C.; ROGERS, C. A. One-dimensional thermomechanical constitutive relations of shape memory materials. **Journal of Intelligent Material Systems and Structures**, [s. l.], v.1, n. 2, p. 207-234, 1990.

LOPES, H. P; SIQUEIRA J.F. Endodontia: Biologia e Técnica. Fratura dos instrumentos endodônticos: fundamentos teóricos e práticos. Rio de Janeiro: Elsevier; 2015. cap. 12, p. 409.

MACHADO, M. E. L. et al. Análise do tempo de trabalho da instrumentação recíproca com limaúnica: WaveOne e Reciproc. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**. São Paulo, v. 66, n. 2, p. 120-125, 2012.

MARTINS, R. et al. Dental student's perceptions about the endodontic treatments performed using NiTi rotary instruments and hand stainless steel files. **Brazilian Dental Journal**, São Paulo, v. 23, n. 6, p. 729-736, 2012. DOI: 10.1590/s0103-64402012000600018.

MIYAZAKI, S. Medical and dental applications of shape memory alloys. *In*: OTSUKA, K.; WAYMAN, C. M. Shape Memory Materials. New York: Cambridge, 1998.

OBARA, I. H. Instrumentos endodônticos com ligas tratadas [Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Odontologia]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2022.

OUNSI, H. F. et al. Evolution of nickel-titanium alloys in endodontics. **Journal of Contemporary Dental Practice**, [s. l.], v. 18, n. 11, p. 1090-1096, 2017.

PARADELLA, T. C.; BOTTINO, M. A. Scanning Electron Microscopy in modern dentistry research. **Brazilian Dental Science**, [s. l.], v.15, n. 2, p. 43–48, 2012. DOI: <https://doi.org/10.14295/bds.2012.v15i2.798>.

PEREIRA, H. S. C.; SILVA, E. N. L.; COUTINHO FILHO, T. S. Movimento recíproco em Endodontia: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 69, p.246-249, 2012.

PRUETT, J. P.; CLEMENT, D. J.; CARNES, D. L. J. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. **Journal of Endodontics**, [s. l.] v. 23, p. 77-85, 1997.

QUEIROZ, M. L. P. et al. Eficácia de diferentes técnicas na limpeza dos instrumentos endodônticos. RGO, **Revista Gaúcha de Odontologia**, Porto Alegre, v. 58, n. 3, 2010.

SALGADO, R. J. C et al. Análise comparativa entre dois métodos para determinação do grau de curvatura de canais radiculares. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 109-113, 2006.

SANTOS, P. E. S. et al. Avaliação da superfície dos instrumentos ProTaper Next e Logic após diferente número de usos, através da Microscopia Eletrônica de Varredura. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 4, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14446>.

SATTAPAN, B. et al. Torque during canal instrumentation using rotary nickel-titanium files. **Journal of endodontics**, [s. l.], v. 26, n. 3, p. 156-160, 2000. DOI: [doi:10.1097/00004770-200003000-00007](https://doi.org/10.1097/00004770-200003000-00007).

SATTAPAN, B. et al. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. **Journal of Endodontics**, [s. l.], v. 26, p. 161-165, 2000.

SCARDINI, Iandara de Lima. Avaliação da superfície de instrumentos endodônticos após múltiplos usos utilizando microscopia eletrônica de varredura ambiental e perfilometria óptica. Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas) - Endodontia – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

SCHÄFER, E; ZAPKE, K. A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. **Journal of Endodontics**, [s. l.], v. 11, n. 26, p.660-664, 2000.

SCHNEIDER, S. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. **Oral surgery, Oral medicine, Oral pathology**, [s. l.], v. 32, n. 2, p. 271-275, 1971.

SERAFINI, J. A. et al. Percepção de uso e preparo químico mecânico realizado com diferentes instrumentos endodônticos por estudantes de graduação em Odontologia: uma revisão sistemática de estudos laboratoriais. **Revista da ABENO**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 1616, 2022. DOI: 10.30979/revabeno.v22i2.1616. Acesso em: 29 maio de 2023.

SHEN, Y. et al. Current Challenges and Concepts of the Thermomechanical Treatment of Nickel-Titanium Instruments. **Journal of Endodontics**, [s. l.], v. 39, n. 2, p. 163–172, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.11.005>.

SILVA, P. et al. O impacto dos instrumentos endodônticos ProDesign M no ensino de graduação. **Dental Press Endodontics**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 37-43, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14436/2358-2545.12.2.037-043.oar>.

SIQUEIRA, P. C. et al. Estudo comparativo do preparo transversal produzido pelo emprego de instrumentos de NiTi e manual em molares inferiores. **Revista Odontológica do Brasil Central**, [s. l.], v. 28, n. 84, p. 17-22, 2019.

SOUZA FERNANDES, C. de. et al. Análise comparativa da qualidade da instrumentação de limas manuais em canais simulados: K-flexofile e ProDesign. **Brazilian Journal of Health Review**, [s. l.], v. 3, n. 6, p. 18854–18863, 2020.

TABASSUM, S.; ZAFAR, K.; UMER, F. NiTi Rotary Systems: What's New?. **European Endodontic Journal**, Karachi, [s. l.], v. 3, p. 111-117, 2019. DOI: 10.14744/ej.2019.80664. Acesso em: 24 junho de 2024.

TORABINEJAD, M.; WALTON, R. E.; FOUAD, A. *Endodontics Principles and Practice*. 5ª ed. Elsevier, Saunders, 2015. p. 220-221.

TROIAN, C. H. et al. Deformation and fracture of race and K3 endodontic instruments according to the number of uses. **International Endodontic Journal**, [s. l.], v. 39, n. 8, p. 616-625, 2006.

VIANA, F. L. P. et al. Emprego de instrumentos manuais fabricados em NiTi tratados termicamente em dentes com curvaturas acentuadas: relato de caso. **Dental Press Endodontics**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 75–81, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14436/2358-2545.8.3.075-081.cre>.

WADA, B. K.; FANSON, J. L.; CRAWLEY, E. F. Adaptive structures. **Journal of Intelligent Material Systems and Structures**, [s. l.], v.1, n.2, p.157-174, 1990.

WALIA, H.; BRANTLEY, W. A.; GERSTEIN, H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. **Journal of Endodontics**, [s. l.], v.14, p.346-351, 1988.

ZINI, S. M. P; GALAFASSI, D.; MELO, T. A. F. Avaliação da capacidade de corte, do desvio apical, do tempo de execução e das alterações morfológicas nos instrumentos Flexofile, ProTaper® Manual e Prodesign M®, após o preparo de canais curvos. **Full Dentistry Science**, [s. l.], v. 10, n. 40, p. 115-122, 2019.

ZUOLO, M. L.; WALTON, R. E. Instrument deterioration with usage: Nickel- titanium versus stainless steel. **Quintessence International**, [s. l.], v. 28, n. 6, p. 397–402, 1997.

ZUPANC, J.; VAHDAT-PAJOUH, N.; SCHÄFER, E. New thermomechanically treated NiTi alloys: A Review. **International Endodontic Journal**, [s. l.], v. 51, n. 10, p. 1088-1103, 2018.