

Avaliação comparativas da capacidade de corte de instrumentos rotatórios Profile Vortex e Protaper

Comparative assessment of the cutting ability of instruments Profile Vortex and Protaper

Evaluación comparativa de la capacidad de corte de instrumentos rotativos Profile Vortex y Protaper

Recebido: 08/10/2024 | Revisado: 25/10/2024 | Aceitado: 27/10/2024 | Publicado: 30/10/2024

João Marcelo Ferreira de Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1270-5775>

Brasil University, Brazil

E-mail: ferreiramedeiros@yahoo.com.br

Irineu Gregnanin Pedron

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2677-5539>

Instituto Bottoxindent, Brazil

E-mail: igpedron19@gmail.com

Miguel Simão Haddad Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5731-1051>

São Francisco University, Brazil

E-mail: miguel.filho@usf.edu.br

José Lucas Martins

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4968-4688>

Brasil University, Brazil

E-mail: lucasmartinsodonto@gmail.com

Caleb Shitsuka

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9813-0457>

Brasil University, Brazil

E-mail: caleb@usp.br

Pedro Luiz de Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4237-0582>

Federal University of Pará, Brazil

E-mail: pedrolc@ufpa.br

Graziela Salum

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0286-7175>

Taubaté University, Brazil

E-mail: grasalum@hotmail.com

Resumo

O objetivo do presente estudo foi comparar as limas endodônticas rotatórias de níquel-titânio Protaper Universal® com as limas rotatórias de níquel-titânio ProFile Vortex®, avaliando capacidade de corte dos instrumentos. Para a análise da capacidade de corte, pesou-se em balança analítica digital cem blocos de resina fenólica que continham canais simulados com 75° de curvatura, obtendo-se os pesos iniciais (P0) e após a instrumentação dos canais, estes blocos foram novamente pesados obtendo-se os pesos finais (P1). Dividiram-se quarenta instrumentos em dois grupos. Grupo A: vinte instrumentos ProFile Vortex® n°25; 25mm; taper.06 e Grupo B: vinte instrumentos sendo divididos da seguinte maneira: grupos A0 e B0, instrumentos sem nenhum uso e grupos A5 e B5, instrumentos de cinco usos. Realizou-se estatística descritiva, o teste “t” de Student e o teste de Mann-Whitney. Em todos os blocos houve perda de peso, porém sem significado estatístico (pvalor>0,05). Os instrumentos Profile Vortex® removeram mais material com significado estatística (pvalor>0,05) quando comparados com os instrumentos Protaper®. Concluíram os autores que a capacidade de corte em função do número de uso nos parâmetros utilizados neste estudo, foram maiores para os instrumentos Profile Vortex® quando comparados com os instrumentos Protaper®.

Palavras-chave: Instrumentos odontológicos; Níquel; Titânio; Tratamento do canal radicular.

Abstract

The aim of the present study was to compare the Protaper Universal® nickel-titanium rotary endodontic files with the ProFile Vortex® nickel-titanium rotary files, evaluating the cutting capacity of the instruments. To analyze the cutting capacity, one hundred phenolic resin blocks containing simulated channels with 75° of curvature were weighed on a digital analytical scale, obtaining the initial weights (P0) and after instrumenting the channels, these blocks were again

weighed, obtaining the final weights (P1). Forty instruments were divided into two groups. Group A: twenty ProFile Vortex® n°25 instruments; 25mm; taper.06 and Group B: twenty ProTaper® F1 instruments; 25mm. It was subdivided into two subgroups with ten samples each, according to the number of uses, being established as follows: groups A0 and B0, instruments with no use and groups A5 and B5, instruments with five uses. Descriptive statistics, the Student “t” test and the Mann-Whitney test were performed. In all blocks there was weight loss, but without statistical significance ($p > 0.05$). The Profile Vortex® instruments removed more material with statistical significance ($p > 0.05$) when compared to the Protaper® instruments. The authors concluded that the cutting capacity depending on the number of uses in the parameters used in this study were greater for the Profile Vortex® instruments when compared to the Protaper® instruments.

Keywords: Dental instruments; Nickel; Titanium; Root canal therapy.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue comparar las limas rotatorias de níquel-titanio Protaper Universal® con las limas rotatorias de níquel-titanio ProFile Vortex®, evaluando la capacidad de corte de los instrumentos. Para analizar la capacidad de corte, se pesaron en una balanza analítica digital cien bloques de resina fenólica que contenían canales simulados con 75° de curvatura, obteniendo los pesos iniciales (P0) y luego de instrumentar los canales, estos bloques se pesaron nuevamente obteniendo los pesos finales. (P1). Cuarenta instrumentos se dividieron en dos grupos. Grupo A: veinte instrumentos ProFile Vortex® n°25; 25 mm; taper.06 y Grupo B: veinte instrumentos dividiéndose de la siguiente manera: grupos A0 y B0, instrumentos sin uso y grupos A5 y B5, instrumentos con cinco usos. Se realizó estadística descriptiva, prueba “t” de Student y prueba de Mann-Whitney. En todos los bloques hubo pérdida de peso, pero sin significación estadística ($p > 0,05$). Los instrumentos Profile Vortex® eliminaron más material estadísticamente significativo (valor $p > 0,05$) en comparación con los instrumentos Protaper®. Los autores concluyeron que la capacidad de corte dependiendo del número de usos en los parámetros utilizados en este estudio fue mayor para los instrumentos Profile Vortex® en comparación con los instrumentos Protaper®.

Palabras clave: Instrumentos dentales; Níquel; Titanio; Tratamiento del conducto radicular.

1. Introdução

O preparo do canal radicular representa etapa importante do tratamento endodôntico e influência no resultado das fases subsequentes e também no sucesso do tratamento. O conjunto de procedimentos executados nessa fase objetiva sanificação e modelagem segundo ação de substâncias químicas e de instrumentos endodônticos. O canal modelado de forma cônica e uniforme desde sua embocadura até o ápice, permitindo espaço limpo suficiente para efetiva obturação (Machado, 2007).

A instrumentação de canais radiculares é realizada com limas manuais de aço inoxidável apresentando desvantagem como baixa flexibilidade. Em canais retos, a modelagem não tem dificuldades, todavia, em canal curvo a lima tende a retornar sua forma natural reta, graças sua rigidez produzindo acidentes, como, formação de degraus, *zips* e perfurações radiculares (Gavini, 2018). Atualmente, mais de 160 sistemas automatizados, são feitos de diferentes ligas de NiTi, tratadas termicamente ou não, com propriedades superelásticas com cinemática rotacional ou recíproca.

Walia et al. (1988) confirmam que o primeiro instrumento endodôntico manual em níquel-titânio introduzido foi a liga de Ni-Ti com grande avanço na endodontia fabricado a partir de um fio ortodôntico de secção circular submetido à processo de microusinagem até por que a produção destes instrumentos por processo de torção do fio era impraticável graças a superelásticidade do nitinol.

Lumley (1999) explica que após as limas manuais em nitinol, surgiram primeiras limas do sistema rotatório com esta liga, a NT Sensor. Atributos mecânicos da liga possibilitaram acioná-los automatizado em movimentos rotatórios de 360°, aliando rapidez e eficiência no preparo dos canais.

Daugherty et al. (2001) compararam índices de fratura e deformação bem como eficiência de corte de limas rotatórias Ni-Ti Profile® a velocidades de 150 e 350rpm em dentes naturais extraídos. Concluíram que em velocidade de 350rpm maior eficiência de corte e apenas metade de deformações comparadas com velocidade de 150rpm sem nenhuma fratura graças a pouco caso de travamento.

Yared et al. (2001) avaliaram em 300 canais de molares humanos extraídos com hipoclorito de sódio 2,5% como irrigante, velocidade de rotação, torque, experiência do operador e técnica de instrumentação rotatória de limas Ni-Ti na incidência de travamento, deformação e fratura de limas ProFile usando técnica coroa-ápice, velocidades de 150, 250 e 350 rpm, torque 20, 30 e 55 Ncm com 3 práticos operadores. Uma lima foi deformada a 150 rpm e nenhuma lima fraturou ou travou. Em 250 rpm, não ocorreu fratura, mas, alto índice de bloqueio, deformação e fratura em 350 rpm não havendo fratura, deformação e travamento no uso de limas a 150rpm nos diferentes valores de torque, porém, mais limas fraturaram com operador menos experiente enquanto travamento, deformação e fratura das limas não ocorreram com operador mais experiente. Treinamento usando lima ProFile Ni-Ti coroa-ápice 150rpm foi decisivo evitando fratura, reduziu incidência de travamento e deformação.

Claro (2004) utilizou substrato na confecção de canais simulados de resina fenólica de embutimento a quente descartando uso de dentes humanos. Placas de resina fenólica demonstra uso destas em experimentos apresentando dureza Vickers homogênea similar ao osso bovino úmido, baixa higroscopia, boa estabilidade dimensional, baixo custo de preparação, reprodutibilidade controlável na preparação das amostras e perda de peso em resposta ao ciclo de limagem. Determinou resistência ao desgaste e flexibilidade de duas limas, de aço inoxidável e de Ni-Ti, *in vitro*, com um dispositivo motorizado aplicando oscilações horizontais de limagem sobre placas sulcadas de Baquelite® demonstrando que existe significado estatístico destas placas. Indica-se resina fenólica, com base nestas propriedades, nas placas sulcadas como em blocos com canais simulados.

Hülsmann et al. (2005) mencionaram que existe várias razões para manter a velocidade com instrumentos rotatórios NiTi baixa, ou seja, abaixo 300rpm por exemplo, o que deve relacionar mais tempo de vida útil até ocorrer a fratura por fadiga.

Yoshimine et al. (2005) estudaram o efeito de corte de 3 limas rotatórias de Ni-Ti em canais simulados, feitos em blocos de resina com matriz em S em 30 canais simulados preparados com técnica crown-down com 3 sistemas rotatórios: Protaper®, K3® e Race®. Em 10 canais usando 1 lima de cada tipo no comprimento de trabalho de 15,5 milímetros, velocidade de 250rpm e controle de torque de nível 3, peça de mão de redução 8:1, motor elétrico TCM Endo, preparo apical com lima #30 e irrigação após cada lima. A lima foi usada 5 vezes antes de serem substituídas sem fratura em 2 níveis de medição, uma terço coronário radicular e outro no terço apical. A largura do canal foi avaliada a distância do centro do canal original às margens internas e externas dos canais curvos. O grupo do sistema Protaper® com alargamento foi maior nos canais, em relação aos outros grupos do lado interno das curvaturas e na Race® menor quantidade de material removido no terço apical.

Berendt (2007) admitiram que Vortex com maior diferencial que é o tratamento termomecânico aplicado ao fio de Ni-Ti convencional, resultando no M-Wire usado na produção das limas.

Alkmin et al. (2007) documentaram por meio de fotos as fases de construção de modelos de placas e blocos canais simulados de resina fenólica preparados no laboratório incluindo compactação de parte do pó depositada no fundo da matriz do aparelho termoplastificador, pesando-se resina granulada. Durante essa etapa do cilindro adaptou-se fio ortodôntico de número 0,6 para feitura do canal e mais porção do pó de resina cobrindo o fio. A seguir, uma carga de 20-25 kN no tempo de 10-12 minutos a temperatura entre 190 a 210°C gerou cilindros de 8 milímetros de altura e 30 milímetros de diâmetro. As amostras produzidas permitiram quanto ao protocolo, condições e resultados aplicáveis, reproduzindo substratos usados em pesquisa, sobretudo, na Endodontia.

Medeiros et al (2009) construíram dispositivo com formato de cilindro construído a partir de cálculo matemático trigonométrico para que um fio metálico fosse moldado no sulco deste cilindro, obtendo-se arranjo do arco com o ângulo determinado de 75 graus de curvatura e comprimento de 21 milímetros depois da confecção de blocos de resina fenólica, após avaliação radiográfica. Realizou-se tomada radiográfica do arco metálico seguida de determinação do grau de curvatura pelo

método de Schneider (1971), obtendo-se os ângulos. O fio metálico foi incluído durante a obtenção do bloco na unidade de embutimento e após isso, nova tomada radiográfica e novo traçado na obtenção do ângulo dos canais simulados. Não ocorreu significado estatístico entre os ângulos antes e depois da inclusão representando método correto e válido na determinação de curvatura.

Gao et al. (2010) avaliaram a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos rotatórios Profile Vortex feitos com diferentes materiais: M-Wire e regular Wire (SE-Wire) em velocidades, 300 e 500rpm e diferentes conicidades .04 e .06. Teste de fadiga foi feito em 160 canais artificiais aço inoxidável, com 5mm de raio e 90° de curvatura. O tempo a fratura registrado e total de números de ciclos até a fratura foi calculado e comparado com as amostras. Na superfície fraturada ao microscópio em mais de 50% dos instrumentos fraturados SE-Wire, notou-se várias trincas, enquanto os instrumentos M-Wire exibiu única trinca ocorrendo significado estatístico entre as limas com diferentes materiais, porém sem significado estatístico entre as limas feitas com mesmo material, em diferentes velocidades. As limas Profile Vortex M-Wire, apresentaram resistência à fadiga cíclica superior comparadas com limas SE-Wire. Concluíram que tratamento térmico da liga de NiTi, eleva resistência prolongada à fadiga de instrumentos Vortex sendo mais adequado em altas velocidades.

Haddad Filho et al. (2011) pesquisaram a perda de corte do instrumento rotatório ProTaper® em função do número de uso pesquisada em 10 canais simulados de resina acrílica com curvatura 45° em instrumentos de várias numerações sendo os blocos pesados em balança digital, anotando-se peso inicial seguindo-se preparo com motor elétrico Endo Pro-Torque® 350rpm, torque de 1N e tempo de 3 minutos. A seguir, o bloco lavado com detergente, seco com gaze, canal aspirado, seco com cone de papel absorvente, levado a balança anotando-se peso final. Cada lima foi limpa com gaze embebidas em álcool e depois lavadas com detergente, secas com gaze e esterilizadas em autoclave por 20 minutos. A perda de corte da lima rotatória ProTaper® nos 5 últimos usos são bem menores que nos 5 primeiros usos o que significa que a lima perdeu poder de corte em função do número de uso. Só no sétimo uso, ela perdeu sua eficiência sugerindo seu descarte.

Reis et al. (2011) avaliaram *in vitro* a capacidade de corte e deformação de limas de 2 sistemas rotatórios em função do número de uso sendo 10 limas F2 do Sistema ProTaper Universal® (não eletropolida) e 10 limas 25/.06 do Sistema EndoSequence® (eletropolida) em 20 placas de baquelita. Construiu-se plataforma para contra ângulo com lima em íntimo contato com a placa acionava-se o motor elétrico X-SMART®. As limas eram limpas e levadas à leitura em microscopia eletrônica de varredura antes do uso e depois de cinco usos sendo as placas pesadas antes (P0) e após os usos subsequentes até o quinto uso (P5). Não houve diferença significativa entre as limas ProTaper Universal® e as EndoSequence®. Para o critério deformação não houve diferença significativa. As limas apresentaram capacidade de corte semelhantes sem significado estatístico quanto à deformação apesar do polimento eletroquímico dos instrumentos EndoSequence®.

Peters & Peters (2011) apontam que as limas Profile Vortex conforme normas da ISO, apresentam-se com numeração de 15 a 50, totalizando 8 instrumentos, com conicidades de .04 e .06. A haste da lima conicidade .04 apresenta-se com dois anéis e *stopper* na cor vermelha e a lima de conicidade .06 apresenta-se com três anéis e seu *stopper* cor verde e com comprimentos de 21, 25 e 30mm. Todos as limas com secção transversal triangular, que lhes conferem maior resistência, ponta inativa com ausência de arestas radiais e design inovador com ângulos helicoidais específicos que produz geometria com eficácia de corte graças a velocidade (rpm) podendo ser operadas até 500rpm.

Medeiros et al. (2012) determinaram pesos de 20 blocos de canais simulados de baquelita hidratados em água destilada durante 1 semana retirados para pesagem em balança digital sendo o peso umedecido do bloco (Pu). Após secagem externa dos blocos com gaze e interna com cones de papel absorvente e pesados sendo peso do bloco com cone de papel absorvente (Pa). A seguir, os blocos foram secos em estufa durante 2 horas a 100°C e pesados na estufa (Pe). Dos valores Pu, Pa e Pe de cada bloco, obteve-se diferença de pesos subtraindo o primeiro peso pelo segundo (Pu - Pa), do primeiro pelo terceiro (Pu-Pe) e do segundo pelo terceiro (Pa-Pe). Concluíram em ordem decrescente de peso: blocos umedecidos, blocos

secos com cones de papel absorvente e blocos secos com cones de papel absorvente e estufa sendo a secagem em estufa importante na remoção de líquidos do canal.

Medeiros et al. (2014) analisaram microdureza Vickers da superfície de 5 blocos de resina fenólica valendo-se de microdurômetro empregando carga de 100gf a fim de medir dureza em cinco diferentes pontos escolhidos, cujo penetrador de diamante posicionado sobre amostra durante quinze segundos e após com objetiva de 40X realizava leitura no visor digital do valor numérico HV calculado não ocorreu significado estatístico entre frequências médias nos 5 pontos das amostras e médias de valores dos blocos de resina fenólica com dureza Vickers semelhantes.

Arantes et al. (2014) analisaram valendo de microscopia eletrônica de varredura de 20 limas de Ni-Ti antes e após uso, considerando defeitos e deformações. Limas Twisted File®, BioRaCe®, Mtwo® e EndoWave® foram micrografados com ampliação de 190×. Após as limas lavadas e micrografados visualizou-se alterações como presença ou ausência de bordas irregulares, sulcos, microcavidades em canais simulados de baquelita usadas 5 vezes. As limas foram limpas e análise microscópica após uso. Significado estatístico em relação às deformações entre Twisted File® e outras limas não ocorrendo entre os outros grupos. Todas limas Twisted File® apresentaram mesmos defeitos, mas, os danos foram menores do que encontrados em BioRace® e Mtwo® enquanto Endowave® não apresentou mesmos defeitos. A presença de defeitos foi maior nas limas Twisted File® do que limas BioRace® Mtwo®, com defeitos menor e as limas Endowave® não apresentaram defeitos. Desgaste em função dos 5 usos em todas limas exibiram alterações em suas lâminas de corte.

Medeiros et al (2019) salientam que limas endodônticas de Ni-Ti apresentam restos de resíduos na superfície de corte observados por meio de microscopia eletrônica de varredura em aumento de 190X na superfície de corte de 20 instrumentos rotatórios de NiTi sem uso e divididos em quatro grupos: Grupo A - TwistedFile® (n=5), Grupo B - BioRaCe® (n=6), Grupo C - Mtwo® (n=4) e Grupo D - EndoWave® (n=5). Quanto a sujidade ocorreu significado estatístico entre as limas Mtwo® com os outros instrumentos. Concluiu-se que todos os instrumentos estavam sujos, exceto a marca Mtwo® e que após os procedimentos de limpeza a superfície de corte estava isenta de resíduos.

Gambarini et al. (2021) compararam a eficácia de corte de 2 diferentes limas de NiTi valendo-se do torque e tempo no avanço em direção ao ápice em pré-molares superiores extraídos com dois canais instrumentados com Kavo e uma peça de mão Kavo 1:1 a 300 rpm com torque em 2 N. Um canal foi instrumentado com limas ProGlider NiTi, com ponta de 16,02, e outro com lima EdgeGlidePath. O tempo de preparo, valores médios de torque e valores de torque máximo foram avaliados em cada lima. As limas EdgeGlidePath atingiram o comprimento de trabalho em tempo bem menor com uma quantidade de torque expressivamente menor quando comparadas ao ProGlider e nenhuma lima com deformação das espiras ou sofreu falha intracanal. O torque operatório inclui capacidade de cortar dentina e progressão em direção ao ápice e quanto menor o valor de torque, maior capacidade de corte e segurança sendo que torque depende da remoção de detritos e irrigação. O torque operatório e o tempo de preparo são parâmetros relevantes na análise da capacidade de corte.

Medeiros et al. (2022) compararam a capacidade de corte e desgaste de limas endodônticas manuais de níquel titânio valendo-se de 10 limas de Ni-Ti das marcas Dentsply-Maileffer™, FKG™ e Densell™, de números 35. As limas colocadas a dispositivo de desgaste realizavam testes com movimentos contínuos e lineares em placas com ranhuras à base de resina fenólica pesadas em balança analítica antes e após preparo. Realizaram análises em microscopia óptica das limas endodônticas para verificar desgaste na superfície das limas. As limas apresentaram capacidades de corte semelhantes e sem significado estatístico. Quanto ao desgaste na superfície das lâminas cortes das limas da marca Densell deformaram-se menos em relação as outras limas.

Gromatzky et al. (2023) investigaram a capacidade de corte de 4 marcas de limas do sistema rotatório Ni-Ti em função do número uso em 20 blocos com canais simulados de baquelita e 75° de curvatura. Dividiram-se em 4 grupos sendo 5 Twisted File (25/.12, 25/.10, 25/.08, 25/.06, 25/.04), 5 BioRaCe (25/.08, 15/.05, 25/.04, 25/.06, 35/.04 e 40/.04), 4 Mtwo

(10/.04, 15/.05, 20/.06 e 25/.06) e 5 EndoWave (35/.08, 30/.06, 25/.06, 20/.06 e 15/.02). Os blocos secos com papel absorvente e estufa a 100°C durante 2 horas pesados antes e depois em balança. Ambos utilizaram motor X-Smart com 300rpm e controle de torque programado e 1,6N. A lima Mtwo® possui maior capacidade de corte seguida da BioRaCe®, EndoWave® nos 5 diferentes usos enquanto lima TwistedFile® removeu menos. O substrato de resina fenólica apresentou estabilidade nos ensaios de desgaste em relação à perda de peso dos blocos.

Costa et al. (2023) compararam a dureza Vickers da dentina em relação a concentração de hipoclorito de sódio. Foram escolhidos 5 dentes primeiros molares superiores com 3 raízes. As raízes mesio-vestibulares foram mergulhadas em soro fisiológico a 0,9% (controle) procedendo-se a medição da dureza Vickers na superfície da dentina obtendo-se valores nos 3 terços sendo o cervical 57,1HV, o médio 51,9HV e apical 51.8HV.

Haddad Filho et al. (2023) avaliaram comparativamente a capacidade de corte e resistência de duas sequências de instrumentação considerando a diferença de peso após o preparo do canal radicular simulado em blocos de resina acrílica transparente com ângulo de curvatura padronizado em 45°. Os recursos foram submetidos ao máximo de dez ciclos de esterilização e uso. Os blocos foram pesados em balança digital de máxima precisão antes e após o preparo, seguido da verificação de perda de peso no tocante a capacidade de corte dos instrumentos mediante interferência de múltiplos usos e autoclavagem. Já a análise da resistência pode ser constatada mediante quantidade de blocos utilizados para cada protocolo, até o limite máximo de dez blocos por grupo ressalvado ocorrência de fratura. Pode-se concluir que o sistema TruNatomy® foi mais efetivo no quesito resistência considerando sua atuação nos dez blocos pretendidos, diferente do protocolo Proglider® mais WaveOne Gold Primary® onde houve fratura no quinto uso. Quanto a capacidade de corte apresentou ligeira vantagem do instrumento WaveOne Gold Primary® (média de 4 blocos=3,4629g) em relação ao TruNatomy® (média de 4 blocos=3,4506g), porém sem significado estatístico.

Medeiros et al. (2024) pesquisaram *in vitro* a resistência à fadiga cíclica de 2 diferentes sistemas rotatórios ProFile Vortex® (Dentsply Tulsa Dental, USA) e ProTaper® (Dentsply Maillefer, Suíça) considerando o número de ciclos, tempo e o tamanho da porção fraturada dos instrumentos utilizados em canais radiculares curvos de aço em um dispositivo. Dividiram-se quarenta instrumentos em dois grupos. Grupo A: vinte instrumentos ProFile Vortex® n°25; 25mm; conicidade.06, e Grupo B: vinte instrumentos ProTaper® F1; 25mm. Após processo de limpeza dos instrumentos foi avaliado a resistência à fadiga cíclica submetendo-se todos os instrumentos a ensaio dinâmico em dispositivo desenvolvido até a ocorrência da fratura constatada visualmente. O número de ciclos até a fratura, tempo expresso em segundos e o tamanho da porção fraturada foi registrado e realizou-se estatística descritiva, o teste “t” de Student e o teste U de Mann-Whitney. Os instrumentos Profile Vortex® apresentaram maior resistência à fadiga cíclica, tempo e tamanho da porção fraturada dos instrumentos com significado estatístico (Pvalor<0,05) comparados com instrumentos Protaper®. Concluiu-se que os instrumentos Profile Vortex® completaram maior número de ciclos e levaram mais tempo para fraturar comparados aos instrumentos ProTaper®. A porção do instrumento fraturado em milímetros foi maior para as limas Profile Vortex®.

O presente estudo propõe-se a comparar as limas endodônticas rotatórias de níquel-titânio Protaper Universal® com as limas rotatórias de níquel-titânio ProFile Vortex®, avaliando capacidade de corte dos instrumentos.

2. Materiais e Métodos

Na presente pesquisa, realizou-se uma pesquisa experimental, laboratorial de natureza quantitativa (Pereira et al., 2018) com uso de análises estatísticas (Vieira, 2021; Shitsuka et al., 2014; Estrela, 2018).

Para tanto, valeram-se de 100 blocos de resina com canais simulados de 75° de curvatura, confeccionados à base de resina fenólica (Baquelite®) produzidos no Laboratório de Materiais, Tratamentos de Superfície e Nanotecnologia do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Os blocos obtidos por meio de dispositivo termo-plastificador (Termopress 2, São Paulo-SP), utilizando carga de 20 a 25kN, tempo de dez a doze minutos e temperatura entre 190°C a 210°C (Figura 1).

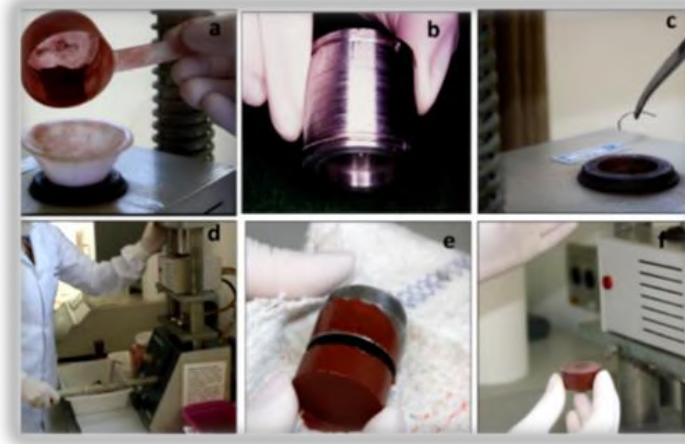
Figura 1 – Termo-plastificador (Termopress 2): embutimento a quente de materiais.



Fonte: Autoria própria.

Inicialmente com uma colher mediu-se quantidade de resina granulada que foi depositada no aparelho. A seguir fio ortodôntico de diâmetro 0.06mm com 21mm de comprimento foi curvado em 75° com o auxílio de um gabarito, construído por meio de cálculos trigonométricos precisamente para essa finalidade (Medeiros et al. 2009). Este fio foi colocado sobre a resina granulada, de modo que permanecesse centralizado na unidade de embutimento, e em seguida colocou-se outra porção de resina para cobrir o fio ortodôntico, e então procedeu-se a etapa de moldagem do cilindro. A seguir, acionou o termo-plastificador, conseguindo com esse procedimento amostras do substrato (Figura 2).

Figura 2 – Etapas de confecção dos blocos: (a) resina fenólica Baquelite®; (b) gabarito para simulação da curvatura de 75°; (c) fio ortodôntico curvado em 75° que simula o canal radicular; (d) embutimento a quente; (e) e (f) amostra após o embutimento



Fonte: Autoria própria.

Depois de realizado o embutimento, as amostras foram lixadas com lixa tipo grana número 180, em politriz automática (modelo DP-10/EUA) (Figura 3). Em seguida retirou-se o fio ortodôntico do interior do bloco, com alicate de ortodontia, simulando assim o espaço correspondente ao canal radicular (Figura 4).

Figura 3 – Polimatriz automática: realização do acabamento e polimento das amostras.



Fonte: Autoria própria.

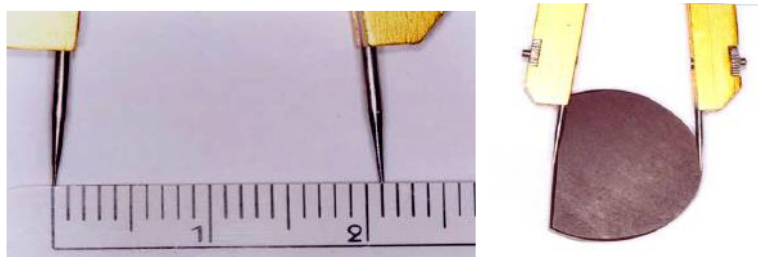
Figura 4 – (a) Remoção do fio ortodôntico para simular o espaço correspondente ao canal radicular; (b) espaço gerado pela remoção do fio ortodôntico (secção evidenciando o canal)



Fonte: Autoria própria.

Todos os canais simulados foram obtidos com o comprimento de 21mm, confirmados por meio do compasso de ponta seca (Figura 5).

Figura 5 – Compasso de ponta seca: confirmação do comprimento da amostra em 21mm



Fonte: Autoria própria.

Para obter maior precisão antes do preparo do canal, foi feita odontometria, para definir limite do preparo em cada bloco a 1 milímetro de distância do término do canal. Para tal, introduziu-se lima tipo K #15 (Dentsply Maileffer, Ballaigues-Suíça), posicionada em 21mm, recuando-se 1mm, com o auxílio de um cursor, determinando o comprimento de trabalho em 20mm.

Para dar conicidade ao canal simulado, realizou preparo do terço cervical com brocas Gates-Glidden (Dentsply Maileffer; Ballaigues-Suíça), números 1, 2 e 3 sequencialmente, em baixa rotação, e a seguir preparo manual com as limas Flexofile #15 a #25 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues-Suíça), seriando em todo o comprimento de trabalho, com vistas a facilitar a instrumentação com as limas rotatórias de Ni-Ti valendo-se de substância química auxiliar da instrumentação, hipoclorito de sódio a 1% associado ao creme Endo-PTC (Famácia Fórmula & Ação, São Paulo-SP). A cada troca de um instrumento por outro de maior calibre, fez-se irrigação com 5 mL Tergensol (Officinalis, São Paulo-SP). Após o uso do último instrumento irrigação final com 10 mL de hipoclorito de sódio a 1%, seguido de 10mL de Tergensol.

Concluído o preparo cérvico-apical, procedeu-se a secagem dos canais, com cones de papel absorventes (Dentsply-Maillefer Instruments S.A., Ballaigues-Suíça) e em seguida, os blocos foram levados à estufa modelo 515 B (Fanem, Guarulhos-SP) a 100°C, por um período de duas horas (Medeiros et al. 2012; Medeiros et al. 2022) para desidratação.

Após isso os blocos foram pesados em balança analítica digital de precisão modelo SA-210 (Quimes-Aparelhos Científicos Ltda; Diadema-São Paulo), para registro do peso inicial (P0) antes da instrumentação rotatória (Medeiros et al. 2012) (Figura 6).

Figura 6 – Balança analítica digital: pesagem das amostras após preparo cervical.



Fonte: Autoria própria.

Com a finalidade de remover sujidades das lâminas de corte na superfície os instrumentos foram submetidos a métodos de limpeza mecânico, químico e finalmente lavagem em cuba ultrassônica, de acordo com os procedimentos de

biossegurança. Para referida limpeza procedeu-se inicialmente, lavagem com água corrente sendo mecanicamente limpos com solução detergente neutro e escova (Medeiros et al. 2014; Medeiros et al. 2019). Logo após foram levados para uma cuba ultrassônica (Maxclean 700; Indaiatuba-São Paulo) com sistema de aquecimento por 10 minutos utilizando água/detergente enzimático na diluição de 5 mL por litro de água. Seguiu-se secagem dos instrumentos com compressa dupla e os mesmos foram armazenados em recipientes metálicos designados à identificação de cada instrumento.

Foram escolhidos 40 instrumentos rotatórios de Ni-Ti, assim divididos: Grupo A: vinte instrumentos do sistema ProFile® Vortex™ (Dentsply Tulsa Dental; Tulsa-USA) com 25mm de comprimento, diâmetro #25 e conicidade .06 (Figura 7) e Grupo B: vinte instrumentos F1 do Sistema ProTaper Universal® (Dentsply Maillefer, Ballaigues-Suíça) com 25mm de comprimento. Justifica-se a escolha do instrumento F1 por sua conicidade de 0.55 a 5mm da ponta (D5), ser a mesma que o instrumento #25.06 (Figura 8).

Cada grupo foi subdividido em dois subgrupos composto por dez espécimes cada (n=10), baseados nos números de usos que foram submetidos, assim definidos: A0, B0, instrumentos sem nenhum uso; A5, B5, instrumentos com cinco ciclos de usos.

Figura 7 – Sistema Profile® Vortex™: instrumentos 25.06.



Fonte: Autoria própria.

Figura 8 – Sistema ProTaper /Universal®: instrumentos F1.



Fonte: Autoria própria.

Usou-se motor elétrico EndoMax Instrumentação Mecanizada (Adiel; Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) valendo-se de movimento contínuo e velocidade preconizada pelo fabricante, isto é, 500rpm para a lima Vortex e 350rpm para a lima ProTaper torque determinado em 2.0 Newton (Ncm) (Figura 9).

Figura 9 –Instrumentação mecanizada realizado durante preparo do canal simulado na bancada.



Fonte: Autoria própria.

Nesta etapa utilizou-se como substância química auxiliar, hipoclorito de sódio a 1%, associado ao creme Endo-PTC (Famácia Fórmula & Ação, São Paulo-SP). A irrigação final do canal simulado foi feita com 5 mL de Tergensol (Officinalis; São Paulo-SP). Etapa essa realizada, a fim de concluir a pesagem final dos blocos para determinação da capacidade de corte dos instrumentos.

A instrumentação foi realizada com movimentos de bicada (*pecking motion*), conforme instrução do fabricante, exercendo suave pressão em direção ao limite de trabalho, com retrocesso e nova penetração, totalizando-se dez movimentos para cada instrumento em cada canal simulado. A referida manobra foi repetida nas amostras seguintes, estabelecendo um instrumento usado em cinco canais simulados.

Terminada a instrumentação dos blocos procedeu-se a secagem dos canais simulados com cones de papel absorvente sendo os referidos blocos levados à estufa por um período de duas horas a uma temperatura de 100°C conforme descrito anteriormente.

Após a desidratação, foi conferido o peso final de cada bloco (P1) na balança analítica a fim de averiguar a quantidade de resina removida após cada instrumentação e avaliar a diferença de peso dos blocos, por meio da subtração do primeiro valor (P0) pelo segundo (P1), o que fornece a quantidade de material removido durante o preparo do canal.

Concluída esta fase experimental, os dados relativos foram tabulados e submetidos à análise estatística por meio do programa BioEstat 5.0. Utilizou-se estatística descritiva mostrando média aritmética dos dados, desvio padrão, coeficiente de variação, teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade dos dados e inferência estatística utilizando nível de significância de 5%.

Teste paramétrico “t” de Student para comparação de duas amostras independentes foi aplicado, já que os dados foram normalmente distribuídos, assim como o teste não-paramétrico de Mann-Whitney comparando aquelas amostras onde os dados não foram normalmente distribuídos.

3. Resultados

Os resultados desta investigação estão expressos no Quadro 1 e nas Tabelas 1 a 3.

Quadro 1 - Pesos dos blocos de resina fenólica expressos em gramas. Colunas (a) pesos antes da instrumentação; (b) pesos depois da instrumentação; (c) diferença entre pesos (a-b).

	a	b	c		a	b	c		a	b	c
1	118246	118239	0,0007	35	105613	105600	0,0013	69	86061	86044	0,0017
2	100330	100310	0,0002	36	75837	75825	0,0012	70	156794	156773	0,0021
3	111885	111877	0,0008	37	116474	116465	0,0009	71	79239	79220	0,0019
4	117740	117715	0,0025	38	98435	98423	0,0012	72	80709	80680	0,0029
5	114590	114584	0,0006	39	110677	110663	0,0014	73	69643	69319	0,0324
6	82206	82195	0,0011	40	117657	117648	0,0009	74	81307	81281	0,0026
7	91226	91212	0,0014	41	89566	89559	0,0007	75	81115	81082	0,0033
8	65657	65650	0,0007	42	80385	80376	0,0009	76	71397	71383	0,0014
9	79828	79811	0,0017	43	108222	108212	0,0010	77	94929	94900	0,0029
10	77336	77323	0,0013	44	89813	89801	0,0012	78	75909	75878	0,0031

11	104731	104719	0,0012	45	109738	109726	0,0012	79	80008	79985	0,0023
12	103801	103787	0,0014	46	95948	95939	0,0009	80	65257	65233	0,0024
13	97675	97660	0,0015	47	73120	73109	0,0011	81	81017	80986	0,0031
14	119466	119453	0,0013	48	102024	102012	0,0012	82	99502	99480	0,0022
15	84099	84085	0,0014	49	76844	76835	0,0009	83	78559	78540	0,0019
16	70883	70878	0,0005	50	94860	94848	0,0012	84	67290	67274	0,0016
17	115925	115918	0,0007	51	87955	87937	0,0018	85	86011	85987	0,0024
18	112688	112677	0,0011	52	96198	96173	0,0025	86	74552	74530	0,0022
19	79657	79655	0,0002	53	85738	85655	0,0083	87	91879	91858	0,0021
20	77833	77825	0,0008	54	89070	89052	0,0018	88	74435	74414	0,0021
21	151027	151015	0,0012	55	110205	110188	0,0017	89	75745	75728	0,0017
22	96980	96972	0,0008	56	54547	54527	0,0020	90	93846	93819	0,0027
23	79827	79815	0,0012	57	78431	78410	0,0021	91	80420	80395	0,0025
24	105526	105514	0,0012	58	88556	88538	0,0018	92	61040	61022	0,0018
25	106223	106220	0,0003	59	101682	101660	0,0082	93	83767	83739	0,0028
26	123688	123675	0,0013	60	89866	89844	0,0022	94	88395	88373	0,0022
27	102105	102096	0,0009	61	59835	59814	0,0021	95	121586	121562	0,0024
28	91402	91393	0,0009	62	73175	73153	0,0022	96	92992	92975	0,0017
29	81432	81418	0,0014	63	49352	49332	0,0020	97	103909	103878	0,0031
30	98413	98401	0,0012	64	56721	56698	0,0023	98	78841	78819	0,0022
31	93161	93152	0,0009	65	60787	60765	0,0022	99	85254	85230	0,0024
32	85376	85364	0,0012	66	88838	88819	0,0019	100	131551	131527	0,0024
33	90622	90614	0,0008	67	97148	97130	0,0018				
34	96980	96968	0,0012	68	117312	117289	0,0023				

Fonte: Autoria própria.

O Quadro 1, por sua vez, expressa em números, os pesos antes e após o preparo dos canais simulados e a diferença destes pesos referem-se à instrumentação automatizada, que por conveniência foram expressos em gramas. A primeira coluna aponta a pesagem inicial em gramas, a segunda coluna assinala a pesagem final em gramas e a terceira coluna anota a diferença entre os pesos em gramas iniciais e finais de ambas as limas.

As Tabelas 1 e 2 apontam valores relativos às médias, desvio padrão, coeficiente de variação e teste de Kolmogorov-Smirnov concernente às perdas de peso em gramas dos blocos decorrentes de um único uso dos instrumentos Profile Vortex® e ProTaper® não apresentando significado estatístico ($pvalor > 0,05$).

Tabela 1 – Média (\bar{x}), Desvio Padrão (σ), Coeficiente de Variação (CV) e teste de Kolmogorov-Smirnov dos pesos dos blocos antes e após 1 uso valendo-se de limas Profile Vortex® em relação à grandeza remoção (g) e teste “t” Student.

GRUPO	REMOÇÃO (g)			
	(\bar{x})	σ (mg)	CV (%)	K-S
BLOCOS 0 (n=50)	8,52	±1,95	22,88	0,125 p>0,05
BLOCOS 1 (n=50)	8,51	±1,95	22,91	0,124 p>0,05
	t = 0,01		Pvalor= 0,995	

Não-significante, pesos dos blocos antes e após 1 uso são iguais ao nível de 5%. Fonte: Autoria própria.

Tabela 2 – Média (\bar{x}), Desvio Padrão (σ), Coeficiente de Variação (CV) e teste de Kolmogorov-Smirnov dos pesos dos blocos antes e após 1 uso valendo-se de limas ProTaper® em relação à grandeza remoção (g) e teste “t” Student.

GRUPO	REMOÇÃO (g)			
	(\bar{x})	σ (mg)	CV (%)	K-S
BLOCOS 0 (n=50)	9,75	±1,68	17,23	0,078 p>0,05
BLOCOS 1 (n=50)	9,75	±1,68	17,23	0,078 p>0,05
	t = 0,00		Pvalor= 0,997	

Não-significante, pesos dos blocos antes e após 1 uso são iguais ao nível de 5%. Fonte: Autoria própria.

A Tabela 3, apresenta valores relativos às médias, desvio padrão, coeficiente de variação e teste de normalidade referente à diferença dos pesos dos blocos entre as limas Profile Vortex® e ProTaper® após uso em relação à grandeza remoção apresentando diferença estatística significativa entre os dois instrumentos ($p < 0,05$).

Tabela 3 – Média (\bar{x}), Desvio Padrão (σ), Coeficiente de Variação (CV) e teste de Kolmogorov-Smirnov da diferença dos pesos dos blocos entre as limas Profile Vortex® e ProTaper® depois do uso em relação à grandeza remoção (g) e teste “t” Student.

GRUPO	REMOÇÃO (g)			
	(\bar{x})	σ (mg)	CV (%)	K-S
VORTEX® (n=50)	0,00295	±0,436	1477,99	0,428 p<0,05
PROTAPER® (n=50)	0,001092	±0,000309	35,62	0,134 p>0,05
	t = 3,01		Pvalor= 0,004	

Significante, pesos dos blocos entre as limas depois de um uso são diferentes ao nível de 5%. Fonte: Autoria própria.

Esta tabela estabelece que as amostras de limas Profile Vortex® comparadas com as limas ProTaper® depois do uso permitiram afirmar diferenças no que respeita a remoção com significado estatístico ($p < 0,05$) entre as duas situações.

4. Discussão

O preparo do canal traduz etapa importante no tratamento endodôntico sendo necessário uso de limas que possibilitem obtenção de forma adequada para obturação do canal radicular.

As limas usadas com esse fim são produzidas com liga de Ni-Ti e aço inoxidável. Esta liga de Ni-Ti sobressai em relação a de aço-inoxidável, pois, tem como principal característica a superelasticidade. Inúmeras limas estão à disposição do profissional sendo que estes passam por diferentes métodos de fabricação que lhes conferem principalmente alta flexibilidade, capacidade de corte e resistência à fratura. A instrumentação automatizada, em estudos de vários autores comprovam sua eficácia no que respeita à modelagem, sua segurança ao diminuir o risco de acidentes iatrogênicos, assim como redução do tempo operacional e, por essa razão, proporciona maior conforto ao profissional inclusive para paciente (Machado, 2007).

Os instrumentos de NiTi após sua introdução no mercado trouxe segundo Walia et al. (1988) extraordinário progresso à endodontia produzido de um fio ortodôntico de secção circular que eram micro usinados sendo que sua produção embora feitas por processo de torção era impraticável em decorrência às características superelásticas do nitinol. Mais ainda, conforme Lumley (1999) as primeiras limas deste sistema com esta liga o NT Sensor (NT Company, EUA) com qualidades mecânicas permitiram usa-los de forma mecanizada em movimentos rotatórios de 360° acionando de forma rápida e eficaz durante a instrumentação dos canais. Aliás, Daugherty et al. (2001) citaram limas Profile em dentes extraídos verificando maior eficiência de corte em velocidade de 350rpm e tão-somente metade de deformações quando confrontadas a velocidade de 150rpm não ocorrendo fratura e menor incidência de travamento dentro do canal radicular.

À sua vez, Yared et al. (2001) ao empregar limas Profile em velocidades de 150 rpm, 250 rpm e 350 rpm observaram apenas a velocidade de 350 rpm ocorrência de fratura enquanto não houve fraturas a 150 rpm nos 3 diferentes torques bem como fraturas com operador menos experiente. No entanto a 150 rpm não foi notado fraturas, redução na incidência de travamento bem como deformação.

Convém ressaltar em diferentes instrumentos rotatórios treinamento prévio do profissional, pois, de nada adianta soluções tecnológicas se este profissional não sabe usá-las adequadamente. Importa lembrar, a esta altura mesmo profissionais com competente treinamento devem conhecer suas limitações e acima de tudo não esquecer os princípios biológicos indispensáveis para um tratamento endodôntico de sucesso.

Treinamento do profissional interfere diretamente no controle da cinemática da instrumentação rotatória, refletindo na incidência de complicações e acidentes, principalmente em canais curvos, uma vez que, de uma adequada intervenção endodôntica exige o conhecimento detalhado da configuração interna do dente, contudo, o estudo detalhado da cavidade pulpar de cada elemento dentário, seus aspectos normais, bem como as variações anatômicas mais frequentes, são de extrema importância considerando ainda dentre outros fatores, comprimento, largura, dimensões coronárias e radiculares, morfologia externa e interna, número e trajeto dos canais e inclinações dentárias nas arcadas.

As limas de NiTi atualmente graças sua divulgação entre os especialistas em endodontia cada vez mais está se popularizando entre os clínicos gerais e alunos de graduação. Claro que, as vantagens destes sistemas são indiscutíveis, no entanto, como qualquer tecnologia, há riscos de fratura principalmente se incide no terço apical do canal sendo difícil sua remoção comprometendo limpeza adequada do canal e posterior obturação.

Outro ponto relevante a considerar no sucesso do tratamento endodôntico é a cinemática de uso, velocidade de torção, configuração anatômica dos canais, design do instrumento, número de usos e experiência do profissional não esquecendo que o instrumento durante sua cinemática sofre ação de flexão, tração e rotação.

A qualidade do torque bem como sua unidade inclui força e comprimento, como, por exemplo, N.cm, onde "N" é a intensidade da força em Newton e "cm" é a medida de comprimento em centímetros. Na Endodontia, utiliza-se torques

entre 0,5 a 8,0 N.cm sendo prudente utilizar torques com esses valores, porém, intermediários entre 0,5 a 8,0 N.cm principalmente com instrumentos de diâmetro nominal e índice de conicidade diminuídos que têm pequena resistência ao desgaste e fratura por torção (Pécora et al. 2006).

O torque refere-se à capacidade de cortar dentina e assim menores valores do torque proporcionam maior a capacidade de corte e que o torque operacional também depende da remoção de detritos e das técnicas de irrigação. No entanto, tanto o torque operatório quanto o tempo de instrumentação são parâmetros clinicamente relevantes na avaliação do desempenho dos instrumentos, isto é, capacidade de corte (Yoshimine et al. 2005; Haddad Filho et al. 2011; Gambarini et al. 2021; Gromatzky et al. 2023).

Neste particular, Yoshimine et al. (2005) usaram como velocidade 250 rpm e controle de torque de nível três, Haddad Filho et al. (2011) valeram-se de velocidade de 350 rpm, torque de 1 N, Gambarini et al. (2021) usaram na sua pesquisa 300 rpm, torque de 2N enquanto Gromatzky et al. (2023) utilizaram velocidade de 300 rpm e 1,6 N de torque. Nesta presente investigação os autores valeram-se de velocidade 500 rpm para a lima Vortex e 350 rpm para a lima ProTaper torque determinado em 2.0 Newton.

Apesar de Haddad Filho et al. (2011) não obteve limas fraturadas após 7 usos provavelmente tal ocorrência pode ser devido ao uso de velocidade preconizada pelo fabricante além do fato de baixa dureza das amostras de resina acrílica empregadas no teste.

Conforme Gambarini et al. (2021) menor valor de torque maior a capacidade de corte acontecimento este apontado nesta presente investigação e talvez pelo fato da lima Profile Vortex possuir tratamento térmico em sua liga. Some a estas considerações que tanto o torque como o tempo de preparo representam parâmetros clínicos essenciais na determinação da capacidade de corte.

Motivou-nos nesta investigação, avaliar a capacidade de corte de dois tipos de instrumentos de níquel-titânio sendo uma lima F1 do Sistema ProTaper Universal® e, outra, Profile Vortex® #25 .06 antes e após cinco usos destes mesmos instrumentos.

Dessa forma foram selecionados instrumentos sem uso valendo-se da microscopia eletrônica de varredura com vistas a analisar a superfície de corte tanto na ponta como a cinco milímetros da ponta para verificar possíveis deformações em ambos os instrumentos. Observou-se que tais superfícies de ambos os instrumentos não apresentavam deformações, trincas ou defeitos de fabricação e, portanto, a escolha recaiu sobre esses instrumentos para o uso nos canais simulados e ensaio dinâmico.

Procurou-se pesquisar a inter-relação capacidade de corte e número de usos observando o grau de curvatura do canal radicular de 75 graus o qual foi preparado destes dois tipos de instrumentos que passaram por diferentes processos de fabricação.

Para mais, tal comparação foi para conhecer o quanto estes instrumentos removem do interior do canal valendo-se como substrato a resina fenólica. Aliás, a escolha desse substrato foi fundamentada em modelo já realizado em algumas pesquisas (Alkmin et al. 2007; Medeiros et al. 2009; Reis et al. 2011; Arantes et al. 2014; Medeiros et al. 2022; Gromatzky et al. 2023). O uso deste substrato justifica-se em função da dificuldade de localizar dentes humanos, como também, encontra-los com dureza homogênea na superfície dentinária e impossibilidade de conferir grau de curvatura igual em todos os canais radiculares de dentes extraídos. Além do mais, a dureza Vickers encontrada na superfície dos blocos de canais simulados é muito próxima da dureza da dentina humana (Claro, 2004; Medeiros et al. 2014; Costa et al. 2023).

Além disso, Claro (2004) baseado nas propriedades descritas, aconselha a resina fenólica para confecção de blocos com canais simulados do que resulta material com dureza homogênea, similaridade com osso bovino úmido, baixa higroscopia,

boa estabilidade dimensional, baixo custo de preparação, reprodutibilidade controlável na preparação das amostras, além de apresentar perda de peso em resposta ao ciclo de limpeza requisitos estes imprescindíveis na escolha deste material.

O Quadro 1 revela os pesos iniciais e finais das amostras, em gramas antes e depois da instrumentação mecanizada. Esclareça-se que os pesos iniciais explicitados neste quadro foram marcados após a penetração sequencial das brocas Gates-Glidden números 1, 2 e 3 seguido do uso de lima tipo Flexofile de números 15 a 25 em todo seu comprimento, a fim de alargar o canal radicular de modo a facilitar o uso dos instrumentos estudados. A dilatação prévia do terço cervical do canal radicular, também chamada de desgaste anticurvatura, permite que os instrumentos usados posteriormente na preparação apical tenham acesso em linha reta e fiquem submetidos a estresse mínimo, de forma tal que diminuam seu esforço de corte e possibilidade de parafusamento, facilitando a penetração da lima no seu comprimento de trabalho evitando um acúmulo de material removido no canal radicular tanto nas paredes como na região apical o que resulta em um canal radicular mais ampliado.

Ainda com relação o mencionado Quadro 1 verifica-se diferença dos pesos iniciais e finais em gramas. Para ambos os instrumentos, apesar de diferenças quantitativas anotadas dos pesos dos blocos antes e depois do uso de cada instrumento isoladamente, não ocorreu diferença estatisticamente significativa nível de 5%, o que significa que a proporção de amostras em relação à grandeza remoção relativa ao preparo do canal radicular de cada instrumento antes e após uso não difere entre si, conforme atestam as Tabelas 1 e 2.

Nota-se que, a cada uso do instrumento em um bloco considerável perda da capacidade em ambos os grupos, uma vez que, em cada bloco de resina fenólica foi utilizado apenas um instrumento considerando ainda que, a cada cinco blocos o instrumento foi utilizado cinco vezes.

Deste modo, o mesmo instrumento foi usado em cinco blocos, totalizando cinco ciclos de uso. Claro está que a capacidade de corte do instrumento vai diminuindo na medida que se completa cada ciclo de uso e, portanto, justificam-se a pequena diferença de peso entre os blocos antes e após o uso dos instrumentos sem significado estatístico.

Reconhece-se ainda que a variação dos movimentos executados durante a manobra de preparação do canal radicular com o instrumento rotatório significa que durante o preparo do canal execute-se maior e menor pressão sobre o instrumento, obtendo assim mais ou menos desgaste de material com valores diferentes de remoção. Tais indicadores podem ser observados no Quadro 1.

Julga-se que o mesmo operador apesar de ser especialista em Endodontia e com vasta experiência em sistemas rotatórios é passível de lidar com essas variações, de forma que possa amenizar variações de rendimento e propiciar maior eficiência no que diz respeito ao desgaste.

A este fato, é válido ressaltar que o operador percebe tal variação de rendimento a cada troca de instrumento e também em relação aos dois instrumentos testados, ou seja, no instrumento F1 pertencente ao sistema Protaper, na qual operou em velocidade de 350rpm, notou-se a necessidade de maior força apical, enquanto que o instrumento Profile Vortex, rotacionado em uma velocidade de 500rpm, tal força não foi necessária.

Por outro lado, quando se compara os dois instrumentos observou-se diferença estatisticamente significativa no que respeita a capacidade de corte após o uso, sendo o instrumento Profile Vortex superior ao instrumento ProTaper. Isto significa que a média das diferenças dos pesos dos blocos foi maior quando usou a lima Profile Vortex de acordo com a Tabela 3.

A capacidade de corte de instrumentos endodônticos envolve diferentes parâmetros, tais como, secção transversal, ângulo helicoidal, propriedades metalúrgicas e tratamento de superfície dos instrumentos (Hülsmann et al. 2005), no entanto, manter baixa a velocidade de limas rotatórias NiTi em 300rpm, relaciona-se tempo maior de vida útil até ocorrer a fratura por fadiga.

Na realidade julga-se que muito embora ambos os instrumentos apresentam secção transversal triangular o que confere ângulo de corte negativo, com ausência de guia radial. Mesmo assim o instrumento Vortex removeu mais material do

substrato visto na Tabela 3, pois, trata-se de uma lima mais flexível causando assim maior contato de suas espiras e lâminas de corte com as paredes curvas do canal, graças a eficiência de corte do instrumento relacionada à sua maior flexibilidade.

Outra variável que pode determinar a eficácia de corte do instrumento é a velocidade de rotação (rpm). A lima Profile Vortex foi introduzida para trabalhar em uma velocidade de rotação maior 500rpm, em comparação com o convencional 300rpm, em razão do tratamento térmico que ela recebe, que segundo o fabricante a torna mais flexível e com maior resistência à fratura (Berendt, 2007; Peters & Peters, 2011). Assim é que, quando usado tratamento térmico na superfície de corte do instrumento, maior será a eficiência de corte, elevada resistência a corrosão, acompanhando com maior facilidade a curvatura do canal radicular tornando-a mais flexível. A tecnologia termomecânica é comumente usada para melhorar a microestrutura e os comportamentos de transformação dos instrumentos de NiTi, a fim de melhorar o desempenho dos instrumentos durante a modelagem dos sistemas de canais radiculares incluindo a resistência à fadiga cíclica fato observado na Tabela 3 onde a lima Profile Vortex removeu mais material com significado estatístico em relação a lima ProTaper.

Diante do exposto, justifica-se a diferença significativa dos instrumentos em relação à eficiência de corte, pois se a lima Profile Vortex operou em uma velocidade maior que a lima Protaper, ela completou mais ciclos dentro do canal simulado, explicando assim o maior desgaste do material. No entanto, diferentes razões existem para manter baixa a velocidade com instrumentos rotatórios NiTi, a exemplo 300rpm, o que inclui mais tempo de vida útil (Hüllsman et al., 2005) e menor incidência de travamento dentro do canal (Yared et al. 2001) ressaltando-se que trabalhar com velocidade alta provavelmente possa ocorrer tendência em gerar deformações nas espiras dos instrumentos de NiTi.

Em contrapartida, sendo mais adequada para altas velocidades durante a instrumentação com limas Profile Vortex é de supor eficácia de corte mais alta compensando essas desvantagens (Gao et al. 2010), pois, o tratamento térmico da liga proporciona maior resistência a fadiga cíclica.

Tal acontecimento, de outro modo não encontra sustentação na pesquisa feita por Reis et al. (2011) que ao comparar limas ProTaper não eletropolidada versus Endosequence com polimento eletroquímico auferiram capacidade de corte semelhantes além de deformação.

A uniformização da tomada dos pesos dos blocos em função da secagem tanto antes como após o preparo do canal foi uma particularidade importante na verificação da grandeza remoção de material com os dois tipos de instrumentos.

Deste modo, procedeu-se a desidratação em estufa antes da pesagem dos blocos e isto representou uma acertada padronização do peso das amostras. O bloco desidratado permite que se remova excesso de líquido na luz do canal radicular fato esse que não ocorre com o uso de cone de papel absorvente na superfície interna do bloco. Visto que o mesmo não ocorre quando se realiza a pesagem logo após a secagem interna do conduto com bomba a vácuo e cones de papel absorvente e a secagem externa do bloco com papel filtro.

Calcula-se que a estufa utilizada para essa finalidade é regulada a 100°C por um período de duas horas, cumpriu com este objetivo conforme apontam Reis et al. (2011) e Medeiros et al. (2022) ao pesarem blocos de canais simulados desidratados. Sendo assim, a capacidade de corte dos instrumentos e a remoção do material do interior do canal radicular simulado em termos de limpeza do conduto resultam em um procedimento real, ou seja, tanto a pesagem antes do preparo do canal, como a pesagem posterior ao preparo dos dois grupos expressa de modo convincente o efeito da remoção quantitativa do material após a instrumentação.

Neste particular, Medeiros et al. (2012) asseguram que a presença de umidade no interior dos canais radiculares após a irrigação e aspiração mesmo após a secagem com cones de papel absorvente a eliminação desta umidade se faz em estufa fornecendo valores em termos de peso que se aproximam mais da realidade nos procedimentos que seguem a intervenção endodôntica.

Aliás, Haddad Filho et al. (2023) analisando resistência investigada mediante quantidade de blocos usados em cada protocolo, até o limite máximo de dez blocos por grupo ressaltado ocorrência de fratura. Pode-se concluir que o sistema TruNatomy® foi mais efetivo no quesito resistência considerando sua atuação nos dez blocos pretendidos, diferente do protocolo Proglider® mais WaveOne Gold Primary® onde houve fratura no quinto uso. Quanto a capacidade de corte apresentou pouca relevância da lima WaveOne Gold Primary® (média de 4 blocos=3,4629g) em relação ao TruNatomy® (média de 4 blocos=3,4506g), entretanto, sem significado estatístico.

De certo modo, resistência não quer dizer maior capacidade de corte o que no dizer de Medeiros et al. (2024) investigando a resistência à fadiga cíclica de 2 diferentes sistemas rotatórios ProFile Vortex® e ProTaper® em canais radiculares curvos de aço. Os instrumentos Profile Vortex® apresentaram maior resistência à fadiga cíclica comparados com limas Protaper®. Isto contradiz, nesta presente investigação, que as limas Profile Vortex® mostraram maior capacidade de corte em relação as limas ProTaper® analisados o que provavelmente deve-se ao fato de suas propriedades mecânicas da liga como tratamento termomecânico aplicado ao fio de NiTi o que talvez, provavelmente influenciou a capacidade de corte da liga de NiTi.

5. Considerações Finais

Os resultados obtidos nesta presente investigação dão base às seguintes conclusões, a saber, comparativamente a diferença dos pesos dos blocos entre as limas no que se refere a remoção após o primeiro uso foi menor tanto para limas Profile Vortex® como ProTaper® já que o substrato de resina fenólica apresentou constância nos ensaios de desgaste em relação à perda de peso dos blocos. Os instrumentos Profile Vortex® apresentaram maior capacidade de corte quando comparados aos instrumentos ProTaper® analisados o que provavelmente deve-se ao fato de suas propriedades mecânicas da liga como tratamento termomecânico aplicado ao fio de NiTi o que parece ser parâmetros decisivos a influenciar o comportamento mais resistente da liga de NiTi. Espera-se que no futuro as limas sejam confeccionadas com maior resistência mantendo mesma capacidade de corte em vários usos podendo ser usadas mais vezes no canal radicular e com isto diminua substancialmente o custo.

Agradecimentos

Este artigo fez parte de pesquisa fundamentado na Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Taubaté como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Odontologia área de concentração Endodontia. Agradecemos Ao Professor Doutor Evandro Luiz Nohara por dispor o Laboratório de Nanotecnologia e Usinagem do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté e ao Técnico Sr. Arauto Ribeiro que se dedicou na construção dos blocos utilizados nessa pesquisa. Somos gratos pela resignação, consideração à pesquisa e competência.

Referências

- Alkmin, S. T., Pinto, C. A., Habitante, S. M., Zollner, N. A., Medeiros, J. M. F., & Lage-Marques, J. L. (2007). Concepção de um modelo experimental 'a base de resina fenólica utilizado em endodontia. In: 24 Reunião Anual SBPqO, Atibaia. *Brazilian Oral Research- Resumos do Trabalhos 24 Reunião Anual SBPqO*. São Paulo: Serviço de Documentação Odontológica – FOU SP, 21: 295-295.
- Arantes, W. B., Silva, C. M., Lage-Marques, J. L., Habitante, S., Rosa, L. C., & Medeiros, J. M. F. (2014). SEM analysis of defects and wear on Ni-Ti rotary instruments. *Scanning*, 36(4):411-8.
- Berendt, C. (2007). Method of preparing Nitinol for use in manufacturing instruments with improved fatigue resistance. *US Patent Application*, 20070072147.
- Claro, F. A. E. (2004). Avaliação do desempenho de limas endodônticas de níquel-titânio após tratamento de superfície [Dissertação de mestrado]. Taubaté: Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica.

- Costa, A. F., Barros, A. F. F., Gromatzky, P. R., Rosa, L. C. L., França, R. C., & Medeiros J. M. F. (2023). Efeito do hipoclorito de sódio em diferentes concentrações na microdureza dentinária do canal radicular. *Res Soc Develop*, 12(13):1-18.
- Daugherty, D. W., Gound, T. G., & Comer, T. L. (2001). Comparison of fracture rate, deformation rate and efficiency between rotary endodontic instruments driven at 150 rpm and 350 rpm. *J Endod*, 27(2):93-5.
- Estrela, C. (2018). *Metodologia Científica: Ciência, Ensino, Pesquisa*. Editora Artes Médicas.
- Gambarini, G., Galli, M., Cicconetti, A., Di Nardo, D., Seracchiani, M., Obino, F. V., Miccoli, G., & Testarelli, L. (2021). Operative torque analysis to evaluate cutting efficiency of two nickel-titanium rotary instruments for glide path: An *in vitro* comparison. *J Contemp Dent Pract*, 22(3):215-8.
- Gao, Y., Gutmann, J. L., Wilkinson, K., Maxwell R., & Ammon, D. (2010). Effects of Raw Material and Rotational Speed on the Cyclic Fatigue of ProFile Vortex Rotary Instruments. *J Endod*, 36(7):1205-9.
- Gavini, G. (2018) Manual de fundamentos teóricos e práticos em endodontia/Giulio Gavini, organização. FOU SP, 2018; 130 p. il.
- Gromatzky, P. R., Magalhães, D. S. F., Costa, A. F., Rosa, L. C. L., Pedron, I. G., Shitsuka, C., & Medeiros, J. M. F. (2023). Comparative cutting ability and cleaning efficiency of four nickel-titanium rotary endodontic instruments. *Res Soc Develop*, 12(7):e14212742280.
- Haddad Filho, M. S., Habitante, S. M., Rosa, L. C. L., Salum, G., Almeida, E. T. D. C., & Medeiros, J. M. F. (2011). Perda de corte da lima PROTAPER quanto a esterilização e número de uso. *Rev Odontol Univ Cidade de São Paulo*, 22(3): 228-237.
- Haddad Filho, M. S., Tognetti, V. M., Pedron, I. G., Godoi, B. C. Shitsuka, C., & Medeiros, J. M. F. (2023). Estudo comparativo da capacidade de corte e resistência de instrumentos rotatórios de Ni-Ti Waveone® Gold e Trunatomy® durante o preparo do canal radicular. *Res Soc Develop*, 12(5): e21612538653.
- Hülsmann, M., Peters, O. A., & Dummer, P. M. H. (2005). Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*, 10(1):30-6.
- Lumley, P. J. (1999). Comunicação Pessoal. *apud* Guerisoli, D. M. Z., Sousa Neto, M. D., & Pécora, J. D. Mecanismo de Ação dos Instrumentos Rotatórios em Níquel-Titânio. Disponível em: <https://www.forp.usp.br/restauradora/rotatorios/rotary/refbibl.htm#refbibl>
- Machado, M. E. L. (2007). *Endodontia: da biologia à técnica*. Ed. Santos. 484 p.
- Medeiros, J. M. F., Arantes, W.B., Rosa, L. C. L., Haddad Filho, M. S., Zollner, N. A., & Habitante, S. M. (2019). Microscopia eletrônica de varredura da presença de resíduos na superfície de corte de instrumentos NITI. *Rev. Odontol. Univ. Cid. São Paulo*, 31(2): 116-24.
- Medeiros, J. M. F., Figueiredo, M. J. A., Almeida, E. T. D. C., Silva, N. L. G., Haddad Filho, M. S., & Rosa L C L. (2012). Secagem de blocos com canais radiculares simulados de resina fenólica com cones de papel absorvente e estufa. *Publicatio UEPG Ciênc Biol Saúde*, 18(2):79-91.
- Medeiros, J. M. F., Naregi, E. S., Almeida, E. T. D. C., Dollinger, C. F. A. V., Rosa, L. C. L., Haddad Filho, M. S., & Forghieri, A. A. (2014). Medidas de dureza Vickers na superfície de blocos de resina fenólica com canais endodônticos simulados. *Publicatio UEPG. Ciênc Biológicas Saúde*, 20(1): 53-71.
- Medeiros, J. M. F., Rodrigues, G. A., Santos, A. C. M., Rosa, L. C. L., Carvalho, P. L., & Nohara, E. L. (2009). Determinação do comprimento e grau de curvatura em canais radiculares curvos simulados confeccionados em blocos de resina fenólica. *Rev Odontol Univ Cidade de São Paulo*, 21(3): 202-11.
- Medeiros, J. M. F., Shitsuka, C., Martins, J. L., Carvalho, P. L., Haddad Filho, M. S., & Salum, G. (2024). Comparativo da resistência a fadiga cíclica de dois instrumentos rotatórios de Níquel-Titânio. *Res Soc Develop*, 13(8):1-19.
- Medeiros, J. M. F., Souza, A. P. B. R., Sakane, F. K., Rosa, L. C. L., Carvalho, P. L., Claro, A. P. R. A., & Pedron, I. G. (2022). Comparative study of cutting capacity and wear in 3 commercial brands of ni-ti manual endodontic files. *SVOA Dentistry*, 3(5):235-242.
- Pécora, J. D. (2006). Aspectos gerais dos instrumentos endodônticos de Níquel-Titânio rotacionados de 150 a 600 rpm. p.11,12. https://www.forp.usp.br/restauradora/endodontia/temas/instrumental/niti_rotatorios.html
- Pereira A. S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica. [free e-book]*. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/UFSM.
- Peters, A. O., & Peters, C. I. (2011). Cleaning and saaping of the root canal system. In: Hargeaves, K.M., Cohen, S., eds. *Pathways of the Pulp*. 10th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; p. 288-348.
- Reis, P. R. B., Lage-Marques, J. L., Habitante, S. M., Rosa, L. C. L., & Medeiros, J. M. F. (2011). Avaliação in vitro da capacidade de corte e deformação de limas rotatórias de níquel-titânio. *Clín Pesq Odontol*, 3(1):19-27.
- Shitsuka, R. et al. (2014). *Matemática fundamental para tecnologia*. (2ed.). Editora Erica.
- Vieira, S. (2021). *Introdução à bioestatística*. GEN Guanabara Koogan.
- Walia, H. M., Brantley, W. A., & Gerstein, H. (1988). An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod*, 14(7):346-51.
- Yared, G. M., Bou Dagher, F. E., & Machtou, P. (2001). Influence of rotational speed, torque and operator's proficiency on ProFile failures. *Int Endod J*, 34(1):47-53.
- Yoshimine, Y., Ono, M., & Akamine, A. (2005). The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated s-shaped canals. *J Endod*, 31(5):373-5.